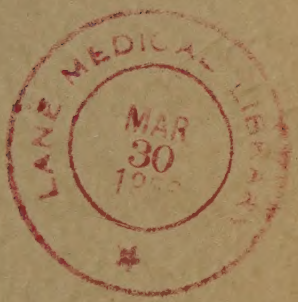
Leiden
1955

EEN STUDIE VAN HET AFSLUITINGSMECHANISME TUSSEN SLOKDARM EN MAAG



J. NAUTA

EEN STUDIE VAN HET AFSLUITINGSMECHANISME TUSSEN SLOKDARM EN MAAG

EEN STUDIE VAN HET AFSLUITINGSMECHANISME TUSSEN SLOKDARM EN MAAG

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DE GRAAD VAN DOCTOR IN DE GENEESKUNDE AAN DE RIJKSUNIVERSITEIT TE LEIDEN OP GEZAG VAN DE RECTOR MAGNIFICUS DR J. N. BAKHUIZEN VAN DEN BRINK, HOOGLERAAR IN DE FACULTEIT DER GODGELEERDHEID, TEGEN DE BEDENKINGEN VAN DE FACULTEIT DER GENEESKUNDE TE VERDEDIGEN OP WOENSDAG 6 JULI 1955 TE 15 UUR

DOOR

JAN NAUTA
geboren te Rotterdam in 1922

H. E. STENFERT KROESE N.V. - LEIDEN

Promotor: Prof. Dr A. G. Brom

AAN MIJN OUDERS

VOORWOORD

Dit onderzoek werd verricht in de experimentele afdeling behorende bij de chirurgische kliniek van het Academisch Ziekenhuis te Leiden.

Financiële steun werd verleend door de Gezondheidsorganisatie T.N.O.

Voor het vervaardigen van de Röntgencinematographische opnamen hebben de Heren J. W. Varossieau en W. de Vogel van het Nederlands Universitair Instituut voor de Productie van Wetenschappelijke Films, te Utrecht, ons zeer bereidwillig van deskundig advies gediend. Zij stelden tevens een filmcamera ter beschikking.

Bij het maken van de films genoten wij gastvrijheid in de afdeling voor Röntgenologie en Radiotherapie.

In samenwerking met de Heer M. van Wijhe, hoofdassistent in het Pathologisch Laboratorium,werden de microscopische praeparaten vervaardigd en beoordeeld.

De tekeningen en graphieken zijn van de hand van Mejuffrouw J. W. Whittaker en de Heer J. Tinkelenberg.

De meeste photographieën werden opgenomen door de Heer H. P. Keekstra, de microphoto's door de Heer J. A. J. Spaas.

Het instrument tot het inbrengen van stukjes zilver in de submucosa van de slokdarm is gemaakt door de Heer J. Hoogwerf.

Bij de experimentele operaties ontvingen wij de gewaardeerde en toegewijde hulp van de zusters van de operatiekamer, onder leiding van Mejuffrouw Zr A. M. van der Laan.

Al deze instellingen en personen betuig ik mijn oprechte dank voor de wijze waarop zij mij hun medewerking en steun hebben verleend bij het tot stand komen van dit proefschrift.

INHOUD

Blz.

INLEIDING XI

DEEL I

LITERATUURGEGEVENS

Hoofdstuk I. ANATOMIE 3

Hoofdstuk II. BEGRIPSBEPALING 8

Hoofdstuk III. THEORIEËN OVER HET CARDIAMECHANISME 10
De sphincter cardiae 10
De betekenis van het diaphragma voor het cardiamechanisme 17
Het ventiel- of klepmechanisme tussen slokdarm en maag . . 23
Andere factoren welke het cardiamechanisme beïnvloeden . 30

Hoofdstuk IV. INSUFFICIËNTIE VAN DE CARDIA 31
Het verband tussen regurgitatie en peptische veranderingen in de slokdarmwand 35

Hoofdstuk V. HET OPENGAAN VAN DE CARDIA 39

Hoofdstuk VI. PERISTALTIEK VAN DE SLOKDARM EN BEWEGINGEN IN HET CARDIAGEBIED 41

SAMENVATTING VAN DEEL I 45

DEEL 2

EIGEN ONDERZOEK

Hoofdstuk VII. MACROSCOPISCH ONDERZOEK VAN DE ANATOMIE VAN HET CARDIAGEBIED EN OMGEVING. 49

Hoofdstuk VIII. MICROSCOPISCH ONDERZOEK VAN DE ANATOMIE VAN HET CARDIAGEBIED EN OMGEVING 56

Hoofdstuk IX. HET VERBAND TUSSEN DE ANATOMIE VAN HET CARDIAGEBIED EN HET VOORKOMEN VAN OESOPHAGITIS. . . . 59

Hoofdstuk X. BEWEGINGEN VAN HET ONDERSTE GEDEELTE VAN DE SLOKDARM ONDER NORMALE OMSTANDIGHEDEN. 61
A. Röntgencinematographie 61
B. Endoscopie van de cardia. 74

Hoofdstuk XI. ANDERE OBSERVATIES 77
De ventielwerking 77
De betekenis van het diaphragma. 78
De betekenis van de fibrae obliquae. 79

Hoofdstuk XII. PATHOLOGISCHE TOESTANDEN 81
Braken 81
Hiatus hernia 82
Doorsnijding van de slokdarm boven het diaphragma . . . 82
Gastro-oesophagostomie 82
Cardiaplastiek volgens Gröndahl 83
Cardiaplastiek volgens Watkins 83
Samenvatting 83
Hoofdstuk XIII. VERGELIJKING VAN HET CARDIAMECHANISME VAN HOND EN MENS 85

DEEL 3

SAMENVATTING VAN DEEL 1 EN DEEL 2

Hoofdstuk XIV. SAMENVATTING EN CONCLUSIES 89
Het cardiamechanisme 89
Cardia-insufficiëntie bij normale anatomische verhoudingen . 93
Cardia-insufficiëntie bij abnormale anatomische verhoudingen 94
Constructie of vervanging van het cardiamechanisme 96
Conclusies 96

SUMMARY AND CONCLUSIONS 98

LITERATUUR 106

BIJLAGEN 115

INLEIDING

De werking van het afsluitingsmechanisme tussen slokdarm en maag is nog niet met zekerheid bekend.

Nadat aanvankelijk het probleem van de cardiawerking vooral de belangstelling der physiologen had getrokken, kwamen de clinici voor het eerst er mede in aanraking in het begin van deze eeuw bij het zoeken naar de oorzaak en de therapie van de achalasie. De tweede maal was omstreeks 1930 naar aanleiding van de cardia-insufficiëntie, welke bij een glijbreuk van de maag door de hiatus oesophageus dikwijls voorkomt. Na 1945 werd het vraagstuk opnieuw actueel toen het duidelijk werd dat bijna elke operatieve ingreep in het cardiagebied een cardia-insufficiëntie tot gevolg kan hebben. Des te ernstiger verdiept men zich thans in het probleem omdat enerzijds de operatiemogelijkheden in het cardiagebied in aantal zijn toegenomen, terwijl anderzijds de complicaties bij een onvoldoende afsluiting (oesophagitis, ulceratie en stenose van de slokdarm) steeds meer bekend zijn geworden.

De observaties en experimenten met betrekking tot het cardiamechanisme zijn thans talrijk, doch behelzen vele tegenstrijdigheden, zowel op anatomisch als op physiologisch gebied. Daar ons over dit onderwerp geen monographie bekend is, hebben wij het nuttig geoordeeld de gegevens, welke thans bekend zijn, bijeen te brengen en in aansluiting hierop zelf enig onderzoek te verrichten.

Het probleem dat ons zal bezighouden is hoe onder normale omstandigheden de afsluiting tot stand komt tussen slokdarm en maag. Pas wanneer men op deze vraag een antwoord zal hebben verkregen, zal het mogelijk zijn zich een oordeel te vormen over pathologische toestanden en een rationele therapie hiervoor te ontwerpen.

Het *eerste deel* bevat uitsluitend literatuurgegevens en een samenvatting hiervan. Voorafgegaan door enkele opmerkingen over de anatomie van cardiagebied en omgeving wordt een uiteenzetting gegeven van de verschillende theorieën aangaande het afsluitingsmechanisme en van de omstandigheden, waarbij een cardia-insufficiëntie wordt gevonden. Verder is er een hoofdstuk gewijd aan de peristaltiek van de slokdarm en de bewegingen van het cardiagebied.

Uit de literatuurgegevens blijkt dat men voor een goede afsluiting van de slokdarm een combinatie van factoren verantwoordelijk moet stellen.

In het *tweede deel* zullen wij de meeste van deze factoren afzonderlijk onderzoeken, doch ons voornamelijk bezighouden met de bewegingen

van het onderste deel van de slokdarm, zowel van de spierlaag als van de mucosa. Over deze bewegingen is tot op heden niets met zekerheid bekend geworden, terwijl uit indirecte informatie (drukmetingen, Röntgendoorlichting, aspect van het cardiagebied na de dood) enige auteurs tot de conclusie zijn gekomen, dat zowel de spierlaag van het onderste deel van de slokdarm als een mucosaplooi bij de maag een bijzondere rol vervullen bij het tot stand komen van de afsluiting tussen slokdarm en maag.

De samenvatting en conclusies van deel één en deel twee vindt men tenslotte in *deel drie*.

DEEL I

LITERATUURGEGEVENS

SYNONIEMEN

1. *Bovengrens van ampulla epiphrenica.*

   Constrictor van Johnstone 1946.
   Vernauwing van Von Hacker (Nemours Auguste 1953).

2. *Ampulla epiphrenica* (Hillemand e.a. 1953).

   Vormagen (Luschka 1857).
   Epiphrenale uitbochting (Sauerbruch e.a. 1932).
   Ampulla phrenica (Nemours Auguste 1949).
   Antrum cardiacum (Nemours Auguste 1953).
   Ampulla oesophagi (Hafter 1954).

3. *Onderste engte* (von Hacker 1889).

   Cardia superior diaphragmatica (Anders e.a. 1932).
   Sulcus hiaticus (Neumann 1933, Fulde 1934).
   Région infra-ampullaire (Nemours Auguste 1949).
   Epicardia (ibid.).
   Vernauwing van Mouton (Nemours Auguste 1950).
   Vernauwing van Laimer (Nemours Auguste 1953).
   Cardia superior (ibid.).
   Inferior esophageal sphincter (Lerche 1950, Kay 1953).

4. *Antrum cardiacum* (Arnold 1838).

   Epicardia (Schreiber 1904, Åkerlund 1926, Jutras e.a. 1949).
   Physiologische cardia (Palugyay 1931).
   Epiphrenale klok (Anders e.a. 1932, Anderson 1954).
   Bulbus oesophagi (Neumann 1933).
   Ampulla (Hayek 1933).
   Bulbus antri cardiaci (Fulde 1934).
   Ampulla phrenica (Pernhopf 1943, Swenson e.a. 1948).
   Extrémité inférieure (Nemours Auguste 1949).
   Gastro-esophageal vestibule (Lerche 1950, Anderson 1954).
   Dilatation sousdiaphragmatique (Terracol 1951).
   Entonnoir cardiaque (ibid.).
   Oesophage gastrique (ibid.).
   Vormagen (Hillemand e.a. 1953).

5. *Anatomische cardia.*

   Cardia inferior anatomica (Anders e.a. 1932).
   Gastro-esophageal junction.

6. *Incisura cardiaca* (His 1903).

   Sulcus cardiacus (Neumann 1933).

7. *Fibrae obliquae.*

   Cravatte de Suisse.
   Collaris Helvetii.
   Constrictor cardiae (Lerche 1950).

HOOFDSTUK I

ANATOMIE

Teneinde de verschillende theorieën over het functionneren van het afsluitingsmechanisme tussen slokdarm en maag te kunnen beoordelen, moet men op de hoogte zijn van de anatomie van het onderste deel van de slokdarm, het bovenste deel van de maag, en de bevestigingen aan het diaphragma.

De literatuur geeft ons hiervan een onscherp beeld, waarin verwisseling van namen voert tot een grote begripsverwarring. De oorzaak hiervan is onvoldoende kennis van de anatomie en physiologie van dit gebied, verschillen in onderzoekmethoden en een variabiliteit in anatomie waarvan de grootte nog onbekend is.

Van oraal naar de maag afdalend kan men achtereenvolgens onderscheiden (zie fig. 1):

1. Een vernauwing: *de bovengrens van de ampulla epiphrenica*, 5 à 6 cm boven het diaphragma.
2. Een verwijding: *de ampulla epiphrenica.*
3. Een vernauwing: *de onderste engte.* Deze ligt in of even boven het niveau van het diaphragma.
4. Een verwijding: *het antrum cardiacum.*
5. *De anatomische cardia.* Dit is de ondergrens van het antrum cardiacum en de plaats, waar het slokdarm-lumen in het veel wijdere lumen van de maag overgaat.
7. *De incisura cardiaca.* Dit is de scherpe hoek tussen de linker zijde van de slokdarmwand en de maagfundus.
7. *De fibrae obliquae.* Deze binnenste vezels van de maag zijn als een lus in de incisura cardiaca gelegen.

De slokdarm passeert het diaphragma door de hiatus oesophageus. Het niveau van het diaphragma ten opzichte van de onderste engte wordt verschillend opgegeven. Eveneens heerst nog onzekerheid omtrent de plaats van epitheelovergang tussen slokdarm en maag. Men kan dit ook in fig. 1 terugvinden.

Synoniemen voor de door ons hierboven gebezigde namen zijn vermeld op blz. 2. Zij geven een beeld van de begripsverwarring die nog steeds bestaat.

Wij zullen nu de verschillende anatomische onderdelen, welke ter sprake zullen komen bij de theorieën over het afsluitingsmechanisme, afzonderlijk behandelen.

DE AMPULLA EPIPHRENICA

Deze slokdarmverwijding ligt boven het diaphragma. Opvallend is dat deze verwijding niet is gevonden door anatomen, maar door Röntgenologen. Bij passage van contraststof ziet men vaak, vooral bij inspiratie, dat de pap zich even ophoopt in deze ruimte, welke daardoor verwijd wordt.

Een duidelijke *bovenbegrenzing* is meestal niet aanwezig. Men neemt aan dat de *ondergrens* samenvalt met de onderste engte.

Voor het vormen van de ampulla epiphrenica is een zekere weerstand nodig tegen het afvloeien, welke van het diaphragma afkomstig kan zijn of van de onderste engte, waaraan een sphincterwerking wordt toegeschreven. Ook het drukverschil tussen thoracale en abdominale holte is verantwoordelijk gesteld voor de vorming van de ampul.

De ampulla epiphrenica zou bij mensen in 80 % aantoonbaar zijn [156] en vooral bij ouderen voorkomen [177].

DE ONDERSTE ENGTE

De onderste engte is een anatomisch aantoonbare slokdarmvernauwing tussen de ampulla epiphrenica en het antrum cardiacum.

Bij Röntgenologisch onderzoek kan ook een dergelijke vernauwing zichtbaar worden en men neemt daarbij aan dat deze op dezelfde plaats gelegen is, en wel ter hoogte van de doorgang van de slokdarm door de hiatus oesophageus. De onderste enge wordt om deze reden ook wel sulcus hiaticus genoemd. Bij anatomisch onderzoek blijkt de vernauwing echter vaak 2—4 cm boven het niveau van het diaphragma gelegen te zijn [87, 94, 132, 138, 174].

Door Neumann is er een verband gelegd tussen de ontwikkeling van het antrum cardiacum en de plaats van de onderste engte ten opzichte van het diaphragma: bij het aanwezig zijn van een antrum cardiacum vond hij in een derde deel der gevallen de onderste engte tot 1½ cm. boven het diaphragma. Het merendeel van zijn gevallen had geen antrum cardiacum, en daarbij lag dan de onderste engte in het niveau van het diaphragma.

Over de betekenis van de onderste engte tast men in het duister. Pratje meent dat het slechts een impressie is van het diaphragma op de slokdarm. Anderen denken hier met een sphincter te maken te hebben.

HET ANTRUM CARDIACUM

De *pars abdominalis* van de slokdarm wordt beschreven als ½—1½ cm [91] of 2—3 cm lang [156, 180, 218]. Bij zuigelingen zou de lengte iets meer dan 1 cm bedragen [67]. Dit gedeelte ligt voor een deel retroperitoneaal en is omsloten door de spierlus van de crura medialia van het dia-

phragma. Een direct contact met het peritoneum bestaat alleen in een klein gebied aan de rechter kant en aan de voorzijde. Pas na vrijpraepareren en iets naar beneden trekken van de slokdarm krijgt men het abdominale deel van de slokdarm te zien.

Wanneer nu het abdominale deel van de slokdarm verwijd is, noemt men dit antrum cardiacum. Het antrum cardiacum heeft de onderste engte tot bovengrens. Daar deze grens vaak bóven het diaphragma wordt gevonden, valt het begrip antrum cardiacum dus niet volledig samen met abdominale slokdarm.

Het antrum cardiacum wordt vooral bij oudere personen aangetroffen [9, 94, 162]. Door Neumann zijn 250 praeparaten onderzocht. Het bleek hem dat in 13 % een antrum cardiacum aanwezig was. Dit ging dan samen met een grotere verschuifbaarheid van de slokdarm ten opzichte van het diaphragma.

Over de betekenis van het antrum cardiacum is weinig bekend. Men heeft verondersteld dat men hier met een voorstadium van de hiatus hernia * te maken heeft omdat een grotere verschuifbaarheid van de slokdarm ten opzichte van het diaphragma tevens aanwezig zou zijn.

Het antrum cardiacum is hetzelfde slokdarmsegment als door Lerche in 1950 beschreven is onder de naam van gastro-esophageal vestibule, waaraan door hem een bijzondere functie wordt toegekend.

DE EPITHEELGRENS

Het is een ervaringsfeit dat men peptische slokdarmcomplicaties kan verwachten wanneer maagmucosa boven het diaphragma komt te liggen. Daarom is het belangrijk te weten waar de epitheelgrens bij normale individuën wordt gevonden. Dit wordt verschillend opgegeven: Reich vindt de epitheelgrens vlakbij de hiatus oesophageus, Neumann, Anders en Bahrmann op verschillende hoogten in het gehele antrum cardiacum en Hayek ter hoogte van de incisura cardiaca.

LIGAMENTUM PHRENICO-OESOPHAGEUM

De slokdarm is aan het diaphragma verbonden door het ligamentum phrenico-oesophageum. Het bestaan van dit ligament werd door Stadtmüller en Stenzel na een anatomisch onderzoek van 30 praeparaten ontkend. Anders en Bahrmann vonden het echter bij alle 48 door hen bestudeerde gevallen, evenals Duhamel en Masse bij 12 zuigelingen.

* Wij zullen in de volgende hoofdstukken slechts te maken hebben met de glijbreuk van de maag in de hiatus oesophageus. Deze hernia komt van alle herniae diaphragmaticae het meeste voor, en wordt ook wel hiatus hernia genoemd. Wij zullen deze naam om zijn bondigheid ook gebruiken hoewel hier strikt genomen ook andere herniae mee bedoeld kunnen worden.

Het ligament is opgebouwd uit elastisch-fibreus materiaal [9, 67, 89, 130, 132, 175] en bevat waarschijnlijk geen spiervezels, hoewel deze door sommige auteurs zijn beschreven [37, 66, 191, 195, 219].

De oorsprong van het ligamentum phrenico-oesophageum ligt in de rand van het diaphragma om de hiatus oesophageus. Het diaphragma is aan beide zijden met een fascieblad bedekt, de fascia diaphragmatica en de fascia endothoracica. Beide fasciën hangen in de hiatus oesophageus samen [78] en vormen hier een ring [94], waaraan het ligament zijn oorsprong vindt. Anderen [91, 119] menen dat het ligament vooral ontspringt aan de subdiaphragmale fascie.

Het ligament bestaat uit een bovenste en een onderste deel. Het bovenste deel zou insereren aan de ring van de onderste engte [9, 78], en wel aan de circulaire spierlaag van de slokdarm [9], de longitudinale spierlaag [78] of aan de fascia propria van de slokdarm [5].

Het onderste deel van het ligament zou insereren 1½—2 cm onder het diaphragma op de maag [89, 94]. De beide onderdelen van het ligamentum phrenico-oesophageum vormen ieder als het ware een kegeltje, waarbij de bases van de kegels tegen elkaar aan liggen en de slokdarm door de toppen gaat. In de hierdoor gevormde ruimte lopen de slokdarm, de n.n. vagi en bloedvaten. De ruimte bevat verder zenuwen, vet en celmateriaal van elastische aard [162] dat een soort bursa zou vormen [5]. Atrophie van dit weefsel zou gevonden worden bij de hiatus hernia [9].

Men meent dat de functie van het ligament is verschuiving van de slokdarm ten opzichte van de hiatus tegen te gaan [89, 91, 94]. Deze verschuiving zou tot stand komen door een contractie van de longitudinale spierlaag van de slokdarm. Anderen menen dat de cardia zich door contractie van het ligament dat volgens hen spiervezels zou bevatten, kan openen [121].

LIGAMENTUM GASTRO-PHRENICUM

Een andere verbinding tussen het cardiagebied en het diaphragma wordt gevormd door het *peritoneum*. De omslagplooi hiervan ligt aan de voorzijde van de maag ongeveer 2 cm van de incisura cardiaca verwijderd. Hierboven gaat het peritoneum op het diaphragma over. Aan de achterzijde zet het peritoneum zich voort op de achterkant van de bursa omentalis. Aan de linker zijde is de fundus van de maag door deze beide delen van het peritoneum over enige afstand verbonden met het diaphragma. Daar het peritoneum hier bijzonder stevig zou zijn, heeft men het genoemd het *ligamentum gastro-phrenicum*. Dit ligament fixeert de fundus van de maag tegen het diaphragma en men kan zich voorstellen dat het medewerkt aan het instand houden van de scherpe hoek tussen slokdarm en maagfundus.

Volgens Harrington [91] treft men bij hiatus herniae een abnormaal

lage omslagplooi van het peritoneum op de maag aan, waardoor grotere verschuiving van het cardiagebied in de hiatus oesophageus mogelijk zou zijn.

VERSCHUIFBAARHEID VAN DE SLOKDARM

Ondanks de hier beschreven verbindingen blijft er altijd een zekere mate van longitudinale verschuiving van de slokdarm in het diaphragmakanaal mogelijk. De afstand, waarover de verschuiving bij normale individuën plaats kan vinden, wordt verschillend opgegeven: Neumann vindt bij ruim 200 gevallen een verschuifbaarheid van de slokdarm naar boven van gemiddeld 2 cm, naar beneden van gemiddeld 6 cm, Koeppen en Frank troffen bij slechts 20 van 120 praeparaten een verschuifbaarheid aan groter dan 1 cm. Meer dan 4 cm kwam bij hen alleen boven de 40 jaar voor, in 6 gevallen. Anderen [94, 129] geven als normale waarde aan 2 cm.

De slokdarm verschuift ten opzichte van het diaphragma naar beneden tijdens exspiratie, vulling van de maag en bij rugligging [94, 174]. Het is onbekend welke verschuivingen plaats vinden tijdens de voedselpassage.

DIAPHRAGMA

De hiatus oesophageus wordt omgeven door een musculaire lus gevormd door de crura medialia van het diaphragma. Het is gebleken dat de lus meestal geheel wordt gevormd door het *rechter* crus mediale [5, 21, 46, 69, 91, 175, 204]. Variaties in het verloop van de diaphragmabundels tussen hiatus oesophageus en centrum tendineum zijn beschreven door Koeppen en Frank.

Aan het uiteenwijken van de beide componenten van de lus achter de slokdarm wordt wel het ontstaan van hiatus herniae toegeschreven en het bijeenbrengen ervan is een onderdeel van de operaties voor deze herniae. Het ligt voor de hand te denken dat bij een wijde hiatus oesophageus gemakkelijk hiatus herniae kunnen ontstaan. Harrington en Kirklin hebben tijdens 1000 operaties de afstand tussen slokdarm en diaphragma bepaald: in 55% der gevallen was geen duidelijke ruimte aanwezig, bij 35% was er ruimte voor 1 vinger, bij 8% voor 2 vingers, in 2% voor 3 vingers. Van deze laatste 2% bleken bij nader onderzoek slechts 2 patiënten een kleine hiatus hernia te hebben. Een zeker direct verband tussen een wijde hiatus oesophageus en hiatus hernia is dus niet aangetoond: volgens Barrett [21] behoeft bij een hiatus hernia geen wijde hiatus aanwezig te zijn.

HOOFDSTUK II

BEGRIPSBEPALING

Nog enkele begrippen moeten wij hier omschrijven, daar zij in de volgende hoofdstukken meermalen ter sprake zullen komen.

SLOKDARM

Over de onderste begrenzing van de slokdarm bestaan de volgende meningen:

1. de ondergrens wordt aangegeven door de incisura cardiaca (zie fig. 1);
2. het gedeelte, waarvan de binnenzijde is bekleed met plaveiselepitheel, is slokdarm. Het gebied aboraal hiervan heet maag, ook al heeft het uitwendig het aspect van slokdarm (Barrett [20], e.a.[168, 169]);
3. het gedeelte, dat met peritoneum is bekleed, wordt maag genoemd; oraal hiervan is de slokdarm, uitwendig herkenbaar aan zijn spierlaag (Allison en Johnstone [6]);
4. de slokdarm reikt tot het niveau van de hiatus oesophageus. Het abdominale gedeelte moet tot de maag gerekend worden, daar zich hierin de peristaltiekgolven niet voortzetten en de spierlaag uitwendig niet van die van de maag is te onderscheiden [57];
5. de slokdarm eindigt bij de onderste engte of epicardia, een vernauwing welke supradiaphragmaal gelegen zou zijn [157].

Het verschil van mening tussen Allison en Barrett, zoals onder 2 en 3 is beschreven, ontstond naar aanleiding van de zeldzame gevallen, waarbij maagslijmvlies tot hoog in de slokdarm als een continue laag aanwezig is. De complicaties welke hiervan het gevolg zijn, staan zózeer op de voorgrond dat Barrett niet de spierlaag maar de slijmvliessoort bepalend acht voor wat slokdarm genoemd moet worden.

Wij zullen ons in dit proefschrift hoofdzakelijk bezighouden met de afsluiting tussen slokdarm en maag zoals deze onder normale omstandigheden tot stand komt, waarbij speciaal aandacht zal worden besteed aan de bewegingen van de musculaire wand van de slokdarm. Aan deze musculaire wand is slechts de incisura cardiaca duidelijk en steeds terug te vinden. Om deze reden zullen wij de onder 1 genoemde omschrijving volgen.

De plaats van epitheelovergang ten opzichte van deze incisuur wisselt. Het zou voor ons doel dus onpractisch zijn de definitie van

Barrett (2) te gebruiken. Verwarrend zou het ook zijn indien wij de omschrijving van Allison (3) overnamen: de omslagplooi van het peritoneum ligt aboraal van de incisura cardiaca, en het bovenste deel van de maag is dus niet met peritoneum bekleed. De onder 4 en 5 genoemde definities zijn nog onvoldoende geargumenteerd.

Wij zullen dus onder slokdarm verstaan dát gedeelte van de tractus digestivus dat gelegen is tussen de bovenste slokdarmmond en de incisura cardiaca.

CARDIA

De moeilijkheid van het begrip cardia is dat men eigenlijk nooit op bevredigende wijze een definitie ervan heeft kunnen geven.

Men gebruikt door elkaar het woord cardia als anatomisch begrip, als een kringspier waarvan men echter niet weet *waar* hij is gelocaliseerd, en als physiologisch begrip, als afsluitingsmechanisme waarvan men nog niet weet *hoe* het werkt. Om deze reden wordt het woord in vele betekenissen gebruikt, zowel in anatomische als physiologische zin.

Teneinde lange omschrijvingen te vermijden zullen wij ook het woord cardia bezigen. We hebben daarbij in de eerste plaats het oog op de werking ervan, welke bestaat uit een laten passeren van voedsel naar de maag en een vermijden van regurgitatie; dit mechanisme noemen we het *cardiamechanisme*. Zolang niet vaststaat welk deel van de slokdarm hierbij betrokken is, zullen wij het gehele onderste slokdarmsegment van de onderste engte tot de incisura cardiaca met de naam *cardiagebied* betitelen.

INSUFFICIËNTIE VAN DE CARDIA

Dit is het verschijnsel dat maaginhoud min of meer gemakkelijk terugvloeien kan in de slokdarm, door welke oorzaak ook.

Synoniem: incompetentie of incontinentie van de cardia [96].

CHALASIE, CARDIO-ESOPHAGEAL RELAXATION

In 1926 werd door Robins en Jankelson de uitdrukking cardio-esophageal relaxation gebruikt voor een insufficiëntie van de cardia. De schrijvers vermeldden 103 gevallen, doch maakten geen melding van herniae, welke onzes inziens wel in vele gevallen aanwezig geweest zullen zijn. De term wordt later gelijkgesteld met chalasie [26, 176], doch er wordt dan mee bedoeld een cardia-insufficiëntie zonder aantoonbare oorzaak, als tegenhanger van achalasie. In deze betekenis heeft het woord chalasie verdere ingang gevonden [30, 49, 67]. Het Griekse woord „chalasis" betekent: ontspanning.

Synoniemen: Insufficientia cardiae simplex [176] en cardia relaxatie [67].

HOOFDSTUK III

THEORIEËN OVER HET CARDIAMECHANISME

In dit hoofdstuk zullen wij aandacht schenken aan de factoren, welke afzonderlijk of in een bepaalde combinatie verantwoordelijk worden gesteld voor de afsluiting tussen slokdarm en maag. Achtereenvolgens worden behandeld:

De sphincter cardiae (pag. 10).
De betekenis van het diaphragma voor het cardiamechanisme (pag. 17).
Het klep- of ventielmechanisme tussen slokdarm en maag (pag. 23).
Andere factoren (pag. 30).

DE SPHINCTER CARDIAE

Alvorens na te gaan wat over de sphincter cardiae bekend is, is het noodzakelijk deze eerst wat nader te omschrijven. Een sphincter is een morphologisch begrip, en moet dus eigenlijk anatomisch aanwijsbaar zijn. We mogen bij een sphincter verwachten een verdikking in de circulaire spierlaag, welke ook na de dood nog als zodanig herkenbaar is.

Strikt genomen zou men dus door anatomisch onderzoek hebben moeten kunnen vaststellen of een sphincter cardiae al of niet bestaat; wij zullen hieronder dan ook de gegevens, die hierover bekend zijn, bespreken.

Bij het verzamelen van de argumenten, welke naar voren zijn gebracht vóór en tegen het bestaan van een sphincter cardiae, blijkt echter dat men veelal meer de functie dan het anatomisch substraat van de afsluiting bij de cardia op het oog heeft gehad. Men spreekt dan van de „physiologische cardia", waaronder verstaan moet worden een afsluitende werking door het laatste deel van de slokdarmwand, en denkt zich daarbij dus een sphincterwerking door de circulaire spierlaag zonder zich te verdiepen in het anatomische substraat ervan.

Wij zullen hieronder een kort overzicht geven van de argumenten, welke naar voren zijn gebracht vóór en tegen het bestaan van een sphincter cardiae, zowel in anatomische als in physiologische zin.

Het blijkt uit de literatuur, dat de voorstanders van een sphincter cardiae (anatomisch en physiologisch) deze op twee plaatsen hebben gelocaliseerd:

A. op de plaats, waar het lumen van de slokdarm plotseling wijder wordt en overgaat in het lumen van de maag, ter hoogte van de incisura cardiaca;

B. intrathoracaal, 1 of 2 cm boven het niveau van de hiatus oesophageus van het diaphragma.

Wij zullen deze beide localisaties afzonderlijk bespreken.

A. EEN SPHINCTER CARDIAE BIJ DE OVERGANG VAN SLOKDARM NAAR MAAG

1. *Anatomisch onderzoek*

Von Aufschneiter, Cannon en Hurst beschreven een verdikking in de circulaire spierlaag van de slokdarm, welke de rol van een sphincter zou vervullen. Mosher [152] trof bij 2 van 7 praeparaten een dergelijke verdikking aan, vooral links. Mogelijk is deze vondst niet zeer evident geweest, want 2 jaar tevoren was dezelfde schrijver bij onderzoek van 14 cadavers nog niet in staat een sphincter aan te tonen [151].

Een ingewikkelde vezelstructuur in de cardiastreek, waardoor een afsluiting zou kunnen worden gehandhaafd, werd door Hayek beschreven.

Later vond Lendrum echter bij een onderzoek van 150 cadavers geen enkele aanwijzing voor het bestaan van een sphincter ter plaatse. Dit is in overeenstemming met de mening van vele andere onderzoekers [9, 57, 59, 173, 175].

Dornhorst [65] drukte tijdens operatie op de maag van een patiënt zonder dat daarbij regurgitatie optrad. De pylorus was tevoren afgesloten. Tijdens deze proef was in het cardiagebied uitwendig nergens een zichtbare groef, welke de indruk maakte dat hij afkomstig was van een circulaire spiercontractie.

De pathologische anatomie van de achalasie heeft velen er toe gebracht aan het cardiagebied een sphincter toe te kennen. Inderdaad is bij sommige gevallen van achalasie hier een hypertrophisch gebied gevonden. Dit blijven echter uitzonderingen. Er wordt wel soms een verdikking in het cardiagebied aangetroffen, maar deze is meestal het gevolg van een perioesophagitis [190, 208]. Meestal is er dus bij de achalasie geen verdikking van de circulaire spierwand aanwezig. Dit is ook de mening van Olsen e.a. [165], na operatieve ervaring bij ongeveer 100 patiënten met achalasie.

2. *Röntgenologisch onderzoek*

Hierbij zijn geen aanknopingspunten, die een sphincter bij de incisura cardiaca doen vermoeden. Het voedsel passeert het onder de hiatus oesophageus gelegen deel van de slokdarm vlot, zonder belemmering of impressie van een eventueel aanwezige sphincter.

3. *Oesophagoscopisch onderzoek*

Brengt men de oesophagoscoop tot onder in de slokdarm, dan ziet men een vernauwing in het lumen. Waardoor wordt deze vernauwing, welke men vaak cardia noemt, veroorzaakt? Is het de zogenaamde onderste engte, is het de sphincter cardiae, of wordt de vernauwing veroorzaakt door compressie door het diaphragma? Boven de vernauwing zijn de respiratieëxcursies nog zichtbaar, eronder niet. Eronder passeert men meestal nog een klein stuk slokdarm alvorens de epitheelgrens te bereiken. In dit abdominale deel van de slokdarm nu wordt nergens een weerstand ontmoet, welke het bestaan van een sphincter suggereert [4, 158, 184, 218]. Het schijnt verder wel waarschijnlijk, dat de vernauwing erboven veroorzaakt wordt door inwerking van de crura van het diaphragma, die eromheen gelegen zijn [114].

Soms ligt echter de overgang van slokdarm-epitheel in maagslijmvlies, dat is dus in het algemeen de plaats van de anatomische cardia, in of vlak onder de boven beschreven vernauwing. In zo'n geval is het dus niet uit te maken of de vernauwing van het diaphragma of van een sphincter afkomstig is.

Bij een hiatus hernia is het cardiagebied gelegen boven het diaphragma. Dick en Hurst zagen in dat geval bij de cardia eenzelfde vernauwing als normaal. Mocht men echter geneigd zijn op grond hiervan een sphincter cardiae aan te nemen, dan dient men te bedenken dat bij de meerderheid van de gevallen van deze glijbreuken er juist op die plaats een oesophagitis bestaat, welke de beoordeling van het bestaan van een sphincter moeilijk of onmogelijk maakt.

4. *Experimenteel onderzoek*

a. Hoag e.a. reseceerden bij honden het zuurvormende deel van de maag, waarbij 1 cm maag aan de slokdarm bleef staan. De anastomose lag dus 1 cm onder de anatomische cardia. Hierna bleef het afsluitingsmechanisme sufficiënt. Werd de anastomose echter 1 cm boven de anatomische cardia gelegd, dan trad bij 9 van 10 honden regurgitatie op. Hoag concludeert hieruit dat er bij de anatomische cardia een sphincter aanwezig moet zijn. Het lijkt echter juister hieruit te besluiten dat daar ter plaatse een of ander afsluitingsmechanisme aanwezig is, dat echter geen sphincter behoeft te zijn.
b. Drukmetingen hebben volgens Allison [4] uitgewezen dat na de dood de passage van slokdarm naar maag gemakkelijker is dan omgekeerd. Er zou dus een soort ventiel-werking behouden zijn gebleven. Dit effect kan niet teweeg gebracht zijn door een sphincter, maar alleen door een zuiver mechanisch afsluitingsapparaat.

Dergelijke proeven, hoewel niet strikt bewijzend, waren vroeger al verricht [86, 87, 123, 198]. Davis kon Allison's opvatting niet bevestigen.

c. Giuseffi e.a. hebben bij 10 honden de linkerzijde van de lus van het diaphragma geëxcideerd. Hierna ontstond bij 9 honden een oesophagitis, als gevolg van cardia insufficiëntie. Deze proef is niet verklaarbaar wanneer men voor de afsluiting van de maag alleen een musculaire sphincter in de slokdarmwand verantwoordelijk stelt. *d.* Na doorsnijding van beide n.n. vagi boven de aortaboog verkrijgt men bij proefdieren een volledig ontbreken van peristaltiek in het onderste deel van de slokdarm met retentie van voedsel.

De vergelijking met achalasie dringt zich hierbij op en men heeft dit experimenteel verkregen beeld dan ook wel zo genoemd [127, 144]. Het is nu verleidelijk zowel de ziekte achalasie als de boven beschreven proef aan te voeren als argument voor het bestaan van een sphincter bij de cardia. Blijkbaar, zo redeneert men, is er verschil in motorische innervatie tussen het cardiagebied en het erboven gelegen deel van de slokdarm. Hoewel dit op zichzelf nog niet het aannemen van een aparte sphincter wettigt, is het van belang er hier nader op in te gaan.

Vast staat dat de normale motoriek van het onderste tweederde deel van de slokdarm afhankelijk is van een intacte n. vagus. Doorsnijding van beide n.n. vagi boven de aortaboog geeft paralyse [43, 111, 127, 144, 198, 225, 233] en prikkeling geeft verkorting van de slokdarm [28, 62, 127, 129, 182].

In hoeverre echter de motoriek van de cardiastreek van de slokdarm door de n. vagus wordt verzorgd, is allerminst duidelijk. Doorsnijding van beide n.n. vagi aan de hals geeft volgens sommigen een verhoogde cardiatonus [43, 84, 198, 202], anderen menen dat een verlaagde tonus van de cardia ontstaat [111, 233, 236]. Na prikkeling van de n. vagus voelde Joannides via een gastrostomie een contractie in de cardiastreek, Knight [128] echter een ontspanning.

Ook de volgende bevindingen zijn tegenstrijdig. Blaast men een ballon op hoog in de slokdarm, dan zou een relaxatie in het onderste deel en in de cardiastreek ontstaan. Wordt nu de n. vagus supradiaphragmaal doorsneden, dan treedt deze reflex nog normaal op volgens Burget en Zeller; Grondahl en Haney vinden daarentegen dat de reflex te niet gegaan is.

Ook de invloed van de sympathicus op de motoriek van de slokdarm en cardia is nog onvoldoende bekend. Prikkeling geeft cardiacontractie, sympathectomie zou een tonusverlies van de cardia tot gevolg hebben [128]. Verder zou sympathectomie het achalasiebeeld na vagotomie voorkomen [127].

Terwijl sommigen dus van mening zijn dat de motoriek van de cardia onder contrôle staat van n. vagus en sympathicus beide, denken anderen [111, 218, 236] dat de sympathicus hier slechts een onbelangrijke rol vervult en dat de n. vagus zowel motorische als remmende vezels bevat voor de cardia, waarbij de eerste overheersen.

Uit het bovenstaande wordt duidelijk dat de invloed van n. vagus en

sympathicus vooral op de cardia nog verre van opgehelderd is. De mogelijkheid blijft echter bestaan dat de cardiastreek op andere wijze wordt geïnnerveerd dan het daarboven gelegen deel van de slokdarm. Het bestaan van een sphincterwerking bij de cardia is hiermede echter nog niet aangetoond.

e. Zoals later zal blijken behield O'Mullane een sufficiënt cardiamechanisme ondanks volledige spierverslapping, ganglionblokkade en novocaïnisering van het cardiagebied. Dit pleit dus tegen het bestaan van een musculaire sphincter.

5. *Kliniek*

a. Het bestaan van de ziekte achalasie was voor Hillemand [99] een aanwijzing voor de aanwezigheid van een sphincter bij de cardia. Zowel de pathogenese van de ziekte als het effect van de therapie (operatie van Heller, amylnitriet) wijzen erop, aldus deze onderzoeker, dat er toch wel een aparte functie moet worden toegeschreven aan de cardiastreek van de slokdarm. Deze functie zou dan afsluitend zijn.

De pathogenese van de achalasie is nog volkomen onbekend, doch het is waarschijnlijk dat men deze moet zoeken in een innervatiestoornis van de slokdarm en mogelijk ook van het cardiagebied. Vast staat dat er een hypotonie van de slokdarm en niet van de cardia bestaat. De slokdarm heeft hierbij een sterk verminderde en abnormale peristaltiek met vaak doelloze contracties zoals uit drukmetingen is gebleken [131, 155]. Men neigt er thans toe de oorzaak niet te zoeken in een abnormaal functionnerende cardia, doch in een peristaltiekverlies van de bovenliggende slokdarm. Nu is er opvallend succes te verwachten van de operatie van Heller, waarbij een extramuceuse myotomie in de cardiastreek wordt verricht. Nemir en Hawthorne hebben 24 patiënten onderzocht, welke deze operatie hadden ondergaan. De dysphagie was bij allen verdwenen en de voedselpassage vond bij 21 van hen zonder enige obstructie plaats. De motiliteitsveranderingen van de slokdarm waren echter dezelfde gebleven als vóór de operatie.

Eenzelfde beschouwing als over de operatie van Heller kan men houden ten opzichte van de verkregen therapeutische resultaten met amylnitriet [217] en nitroglycerine [145] bij achalasie.

Zonder op de pathogenese en de therapie van de achalasie verder in te gaan, willen wij met het bovenstaande vaststellen dat niet bewezen is dat wij hier met een functiestoornis in het cardiagebied te maken hebben en dat het in elk geval speculatief is hieruit conclusies te trekken omtrent het al of niet bestaan van een sphincter bij de cardia.

b. De cardia insufficiëntie, welke bij de hiatus hernia zo vaak wordt gevonden, is niet eenvoudig verklaarbaar wanneer men de sufficiëntie uitsluitend afhankelijk stelt van een sphincter in de slokdarmwand.

c. Bekend is het dramatisch effect dat het kwetsen van de n. phrenicus kan hebben bij kinderen, die lijden aan regurgitatie bij een hiatus hernia. Wij kunnen dit niet verklaren door voor de sufficiëntie van de cardia alleen een sphincter verantwoordelijk te stellen. Een en ander wijst erop dat er behalve de sphincter cardiae, indien deze bestaat, nog een ander mechanisme zorg kan dragen voor een vermijden van regurgitatie in de slokdarm.

B. EEN SPHINCTER CARDIAE BOVEN HET DIAPHRAGMA

1. *Anatomisch onderzoek*

Anders, Bahrmann en Fulde vonden een circulaire spierverdikking in de slokdarmwand even boven het diaphragma, op de plaats van de onderste engte. Lerche noemde deze plaats „de inferior esophageal sphincter". Daarna is zijn opvatting door anderen gedeeld [10, 50, 122].

Daar het werk van Lerche een recent en uitgebreid onderzoek van 100 slokdarm praeparaten betreft, lijkt het ons juist er nader op in te gaan.

De praeparaten waren afkomstig van ongeselecteerd sectiemateriaal, en op de gebruikelijke wijze gefixeerd.

Schrijver gaat er van uit dat de musculatuur en de mucosa van de slokdarmwand na de dood in dezelfde toestand gefixeerd bleven als waarin ze zich bevonden tijdens de laatste ogenblikken van het leven: ontspanning, regurgitatie of slikken.

Uit een studie van deze gefixeerde praeparaten meent Lerche conclusies te mogen trekken aangaande de bewegingen van de slokdarm en het cardiagebied. Hij begint zijn boek met een demonstratie van 5 gevallen van regurgitatie. Deze blijkt, aldus Lerche, uit de aanwezigheid van maaginhoud in de slokdarm en uit een bepaalde contractietoestand van musculatuur en mucosa. Naar aanleiding van het beeld dat hij zich van de bewegingen bij regurgitatie heeft gevormd, volgt dan zijn visie op het mechanisme bij de cardia tijdens voedselpassage naar de maag. Schrijver heeft hiervan 1 geval gevonden in zijn serie van 100.

Op grond van deze morphologische studie neemt Lerche aan dat er zich onder aan de slokdarm, even boven het niveau van het diaphragma, een sphincter bevindt, aantoonbaar als locale spierverdikking, en door hem „inferior esophageal sphincter" genoemd. Deze zou zich voortdurend in een toestand van tonische contractie bevinden, behalve bij passage van voedsel naar beneden of naar boven. De passagebelemmering, welke men in de Röntgenologie zo vaak waarneemt (waarboven de ampulla epiphrenica wordt gevormd), zou afkomstig zijn van een spastische contractie van de inferior esophageal sphincter. Het lumen van de maag wordt daaronder afgesloten door de constrictor cardiae (de fibrae obliquae). Deze zou alleen bij ge-

vulde maag gecontraheerd zijn. Vandaar dat schrijver de eigenlijke afsluiting van de slokdarm toeschrijft aan de inferior esophageal sphincter. Tussen deze sphincter en de constrictor cardiae ligt een slokdarmsegment, dat door hem „gastro-esophageal vestibule" wordt genoemd.

Het geheel: ampulla, inferior esophageal sphincter, gastro-esophageal vestibule en constrictor cardiae wordt tezamen met het ligamentum phrenico-oesophageum genoemd: „gastro-esophageal segment of expulsion."

Het voedsel dat aangekomen is in de ampulla, aldus Lerche, stagneert daar even. Dan opent zich de inferior esophageal sphincter om het door te laten in de g.e. vestibule. Zodra dit gevuld is, sluit zich de inferior esophageal sphincter en contraheert de g.e. vestibule, terwijl de constrictor cardiae relaxeert.

Het g.e. segment of expulsion zou, volgens schrijver, een aparte physiologische eenheid zijn, welke zich o.a. hierdoor kenmerkt, dat in het lumen grote drukken kunnen ontstaan bij een coördinatie-stoornis tussen contractie van de g.e. vestibule en de inferior esophageal sphincter enerzijds en de constrictor cardiae anderzijds.

Helaas heeft Lerche niet vermeld in hoeveel van zijn 100 gevallen hij de typische toestanden van regurgitatie vond. Een naar zijn oordeel typische slikphase nam hij slechts eenmaal waar. Ook deelt hij niet mede welke contractietoestanden werden gevonden in de vele andere praeparaten, waarover niet wordt geschreven.

Op grond van deze laatste overwegingen kan men de opvatting van Lerche over de werking van de inferior esophageal sphincter en de bewegingen onder in de slokdarm slechts waarderen als een hypothese, welke nadere bevestiging behoeft.

De hierboven beschreven sphincter is door anderen niet gevonden [9, 57, 94].

Wij menen dat het op grond van deze literatuurgegevens niet mogelijk is omtrent het bestaan van een anatomische sphincter ter hoogte van de onderste engte van de slokdarm tot een conclusie te komen.

2. *Röntgenologisch onderzoek*

Bij passage van contraststof door de slokdarm kan men vaak opmerken, dat er ter hoogte van of even boven het diaphragma een tijdelijke passagebelemmering plaats vindt, vooral tijdens inspiratie. Het deel van de slokdarm waarin het voedsel zich dan ophoopt heet ampulla epiphrenica; de ondergrens, waar blijkbaar de obstructie zetelt, wordt door Nemours Auguste [156, 158] epicardia genoemd. Deze schrijver komt op grond van zijn Röntgenologische ervaring tot de conclusie, dat de epicardia als een sphincter werkt en tezamen met de ampulla

epiphrenica de hoeveelheid voedsel regelt, die zal worden doorgelaten naar de maag. Hetzelfde werd door Fulde verondersteld. Zoals later zal blijken komen Dornhorst e.a. [65] na drukmetingen tot de slotsom dat de passagebelemmering bij de epicardia geheel kan worden verklaard uit het drukverschil, dat kan optreden tussen het lumen van de slokdarm en dat van maag.

Tot slot moeten wij er de aandacht op vestigen dat de sphincter cardiae, waar en hoe deze dan ook werkt, een zeer bijzondere taak heeft.

Enerzijds moet het ingeslikte voedsel ongehinderd en relatief snel het cardiagebied kunnen passeren, anderzijds is het zeer ongewenst dat maaginhoud terugstroomt in de slokdarm. Een bijzondere omstandigheid is verder dat de druk in het lumen van de maag soms aanzienlijk hoger is dan in het lumen van de slokdarm. Desondanks komt regurgitatie bij gezonde individuën slechts zeer sporadisch voor. Als er een sphincter cardiae bestaat, moet deze dus voortdurend, zonder te ontspannen, zijn taak volhouden om regurgitatie tegen te gaan. Het zou hierom niet verwonderlijk zijn, wanneer de afsluiting van de slokdarm door een ander mechanisme werd verzorgd dan door een sphincter in de wand, vooral nu gebleken is dat het zo moeilijk is deze sphincter aan te tonen.

DE BETEKENIS VAN HET DIAPHRAGMA VOOR HET CARDIAMECHANISME

Men heeft zich deze betekenis op twee wijzen voorgesteld:

A. een afsnoering van de slokdarm door het diaphragma op de plaats van de hiatus oesophageus;

B. een steunende werking van het diaphragma aan het zogenaamde ventielmechanisme.

A. AFSNOERENDE WERKING VAN HET DIAPHRAGMA

1. De eerste vraag welke wij ons stellen is: wordt de afsluiting van de slokdarm bij de maag soms verzorgd door een actieve afsnoering door het diaphragma?

Gezien de anatomische verhoudingen zou men geneigd zijn hierop een bevestigend antwoord te geven, hetgeen de eerste schrijvers zoals Bohnius, Boerhaave, Mayo en Arnold ook deden.

Men vindt inderdaad bij cadavers dat men, bij palpatie van het cardiagebied van de maag uit, de eerste weerstand ontmoet bij de doorgang door het diaphragma. Bij afgietsels van de maag vonden Reich en Hitzenberger [101, 184] ook steeds de cardia open, terwijl een tuitje dat eindigde ter hoogte van het diaphragma de plaats van de

abdominale slokdarm aangaf. Begrijpelijk dus dat men gedacht heeft dat het diaphragma de slokdarm afsluit.

Bekijkt men dit gebied per oesophagoscoop van boven uit, dan ziet men een vernauwing bij de doorgang door de hiatus oesophageus en niet meer daaronder [59, 184]. Ch. Jackson noemde de knijpende functie het „pinchcock-effect" van het diaphragma.

Er zijn echter tal van waarnemingen, waaruit blijkt dat de cardia sufficiënt kan zijn zonder de actieve werking van het diaphragma.

Wanneer men met curare de actieve werking van het diaphragma geheel heeft uitgeschakeld, blijft het afsluitingsmechanisme van de cardia sufficiënt [153].

Ook na kwetsen van de n. phrenicus is er geen reflux [177] en ontstaan zeer zelden gastro-intestinale symptomen [2]. Zelfs wordt deze laatste ingreep met gunstig resultaat gebruikt om een insufficiënte cardia bij een hiatus hernia bij kinderen weer sufficiënt te maken [109, 176]. Bij een afsluitende werking door het diaphragma zou men juist het omgekeerde verwachten.

Hierop kan men aanmerken dat eenzijdige laesie van de n. phrenicus niet veel effect zal hebben op de afsluitende werking, daar hiermee slechts één helft van de lus om de slokdarm wordt gedenerveerd. Het is moeilijk hierop een antwoord te geven, daar het nog niet vaststaat in hoeverre de vezels van de n. phrenicus de mediaanlijn kruisen. De lus van het diaphragma om de slokdarm wordt meestal geheel gevormd uit vezels van het rechter crus. Het linker deel nu van het rechter crus wordt volgens Hayek door de linker n. phrenicus verzorgd, maar volgens Leigh Collis door vezels van de rechter n. phrenicus, welke de mediaanlijn hebben gekruist.

Bovendien ligt bij de hiatus hernia het cardiagebied boven het diaphragma. Hoewel hierbij meestal een insufficiëntie van de cardia optreedt, bestaan er gevallen waarbij dit niet gebeurt [211].

Giuseffi c.s. excideerden bij 4 honden de rechterzijde van de lus van het diaphragm om de slokdarm. Hierna ontstonden geen tekenen van cardia-insufficiëntie. Van 10 honden, waarbij de lus links was geëxcideerd, ontstond bij 9 een oesophagitis. Ook dit is er een aanwijzing voor dat het diaphragma niet als een snoerende ring de afsluiting van de slokdarm verzorgt.

Wij moeten verder bedenken dat een afsluiting van de cardia door het diaphragma betekent dat het er onder gelegen deel van de slokdarmwand aan de inwerking van maagsap is blootgesteld. Nu is dit deel meestal slechts zeer kort, doch ook indien er van een duidelijke abdominale slokdarm sprake is, ontbreken hier tekenen van peptische inwerking van maagsap op het epitheel, m.a.w. de eigenlijke afsluiting vindt iets lager plaats.

Men kan na het bovenstaande wel aannemen dat het diaphragma geen directe en volledige afsluiting van de slokdarm tot stand brengt.

Dit blijkt ook uit de experimenten van Hoag, Kiriluk en Merendino.

Zij reseceerden bij honden het bovenste deel van de maag, waarbij de verbinding tussen slokdarm en diaphragma intact werd gelaten. Er ontstond geen oesophagitis als men het cardiagebied spaarde wèl als men de anastomose in de slokdarm aanlegde, en dus ook een deel van de slokdarm gereseceerd werd. Blijkbaar was de intacte diaphragmafunctie onvoldoende om deze complicatie te verhinderen.

2. Nu gebleken is dat het diaphragma geen volledig afsluitende werking op de slokdarm uitoefent, vragen wij ons af in hoeverre dit misschien tijdens inspiratie plaats vindt.

Bij doorlichting ziet men bij inspiratie vaak een passagebelemmering ter hoogte van het diaphragma. Vanzelfsprekend heeft men dit toegeschreven aan de afsnoering door het diaphragma. Het verschijnsel kan echter volgens Dornhorst [65] ook verklaard worden uit het drukverschil tussen borst- en buikholte tijdens de inspiratie.

Een zekere druk oefent het diaphragma wel degelijk uit op de slokdarm tijdens inspiratie: Sauerbruch, von Hacker [194], en Joannides [116] voelden deze melkende contracties en bewezen op verschillende wijze dat ze van het diaphragma afkomstig waren. Allison [4, 5] voelde de druk vooral aan de zijkant, matig aan de voorzijde en weinig aan de achterzijde. Dornhorst, Harrison en Pierce voelden deze contracties niet, doch zij palpeerden naast de slokdarm in de hiatus. Zelf konden wij Allison's ervaring bevestigen. Men voelt de contracties echter veel beter in het lumen dan naast de slokdarm in de hiatus.

Röntgenologisch zag Reich bij prikkeling van de n. phrenicus een passagebelemmering bij het diaphragma.

De drukverhoging in de intradiaphragmale slokdarm tijdens inspiratie is vastgelegd door Mosher [152] met de ballonmethode.

Men heeft ook opgemerkt dat men bij inspiratie met gesloten glottis en open bovenste slokdarmmond lucht kan aanzuigen van de mondholte uit in de slokdarm. Bij voorzichtige exspiratie voelt men dan soms de lucht naar de maag passeren. Blijkbaar is de passagebelemmering, welke bij inspiratie bestond door de contractie van de diaphragmapijlers, dan opgeheven [184]. De laatste redenering is iets te eenvoudig daar men er aan moet toevoegen dat bij exspiratie de hoek tussen slokdarm en maagfundus ook verandert. Deze hoek zou belangrijk zijn voor een goede slokdarmafsluiting (zie hieronder).

Uit bovenstaande gegevens blijkt wel dat er bij inspiratie een zekere druk door het diaphragma op de slokdarm wordt uitgeoefend.

Het is nog de vraag of hierdoor ook een effectieve afsluiting ontstaat. Weliswaar is Johnstone [119] overtuigd dat het diaphragmakanaal tijdens exspiratie wordt gepasseerd door het voedsel, doch Nemours Auguste [156, 159] is van mening dat dit bij inspiratie geschiedt, dus

wanneer de afsluitende werking van het diaphragma het grootst zou moeten zijn.

Hoewel het diaphragma de slokdarm met een musculaire lus omgeeft, blijkt uit het voorafgaande dat het onwaarschijnlijk is dat hierdoor een effectieve afsluiting van de slokdarm ontstaat. In hoeverre er een afsluiting tijdens inspiratie tot stand komt, staat nog niet vast, doch deze werking lijkt niet belangrijk.

Toch moet het diaphragma wel een belangrijke functie vervullen voor de sufficiëntie van de cardia. Dit bleek al uit de aangehaalde proeven van Giuseffi. Deze functie wordt hierna besproken.

B. STEUN DOOR HET DIAPHRAGMA AAN HET VENTIELMECHANISME

De musculaire lus van de diaphragmapijlers, welke het onderste deel van de slokdarm omgeeft, ligt aan de linkerzijde juist in de incisura cardiaca. Deze hoek zou essentieel zijn voor het tot stand komen van een zuiver mechanische ventielwerking, waardoor volgens vele auteurs de eigenlijke afsluiting gevormd zou worden en die in een volgend hoofdstuk zal worden besproken.

Een goede fixatie van slokdarm en maag aan het diaphragma is natuurlijk noodzakelijk om de musculaire lus ook werkelijk in de incisura cardiaca te houden. Hiervoor zorgen het ligamentum phrenico-oesophageum en het ligamentum gastrophrenicum.

Het is nu zeer goed denkbaar dat normale anatomische verhoudingen van diaphragma en ligamenten noodzakelijk zijn voor een goede cardiafunctie. Hiervoor pleit het volgende.

Bij een hiatus hernia ontstaat in het algemeen een insufficiënt afsluitingsmechanisme. Allison [5] vond bij 176 patiënten met een hiatus hernia slechts 21 maal geen oesophagitis of ulceratie, tekenen dus van regurgitatie.

Men verdeelt deze glijbreuken naar de oorzaak in congenitale en verworven glijbreuken. Welke oorzaak men ook aanneemt, steeds ligt de cardia boven het diaphragma en het zal uit het volgende blijken, dat men zeer vaak de oorzaak van de hernia heeft gezocht in een anatomisch defect van diaphragma of ligamenten. Genoemd worden:

a) gestoorde caudale afdaling van de maag tijdens de embryonale ontwikkeling [1, 91, 92, 107, 118, 186, 195];
b) congenitaal wijde en deficiënte hiatusspier [89, 92, 93, 164, 203, 209];
c) congenitaal te lang ligamentum phrenico-oesophageum [234];
d) persisterende recessus pneumato-entericus [39, 91];
e) verworven deficiëntie en atrophie van de diaphragmaspier [4, 9, 91, 197];
f) atrophie van het ligamentum phrenico-oesophageum [5, 27, 91, 122, 163, 197, 227];
g) anomalie in de peritoneale bekleding van de cardia [91];
h) losse verbinding tussen de crura aan de achterzijde [195];

i) veel vet aan de achterzijde [5];
j) vet-vermindering bij de hiatus [9, 163, 197];
k) losse structuur van het mesenterium van de arteria gastrica sinistra [21];
l) tractie aan de slokdarm naar boven door littekenvorming of reflectoire spasme [3, 89, 120, 185, 186]. Dit mogelijk alleen bij bestaande hiatus anomalie [96, 129, 182];
m) hoge intraäbdominale druk [21, 97].

Deze 13 factoren, afzonderlijk of in combinatie, worden verantwoordelijk gesteld voor het ontstaan van de congenitale of verworven hiatus hernia. Zonder er een keuze uit te doen, kan men wel zeggen dat een insufficiënte cardiawerking meestal samengaat met abnormale anatomische verhoudingen van hiatus en ligamenten. Het causale verband ertussen is moeilijk aan te geven zolang het wezen van het cardiamechanisme onbekend is. Hoe stelt men zich dit verband voor?

Men kan veronderstellen dat het diaphragma op het cardiagebied bij de hiatus herniae niet meer de normale afsnoerende werking kan uitoefenen, daar de cardia dan boven het diaphragma is gelegen. Deze afsnoerende werking is echter niet groot zoals we hierboven hebben aangegeven.

Ook kan men zich afvragen of bij de hiatus hernia en ook bij de kunstmatig gemaakte glijbreuk [82] de cardia-insufficiëntie soms ontstaat uitsluitend door het feit dat de cardia vlak boven het diaphragma ligt. Bij een grote glijbreuk met een geheel thoracale maag is er soms minder of geen insufficiëntie [31, 159]. Ter verduidelijking wijst men erop dat bij een gastro-oesophagostomie, waarbij de anastomose even boven het diaphragma is gelegen, ook vaak regurgitatie optreedt [31], een regurgitatie welke men zou kunnen vermijden door de anastomose hoog in de thorax aan te brengen boven een geheel thoracale maag [24 103, 109, 224].

Blijkbaar praedisponeert de positie even boven het diaphragma voor regurgitatie. De verklaring hiervoor is dat de regurgitatie bij een lage anastomose in de hand wordt gewerkt omdat de thorax maaginhoud supradiaphragmaal zuigt, waarbij dus gemakkelijk iets in de nabije slokdarm terecht kan komen wanneer tenminste de cardia insufficiënt is. Bij een geheel thoracale maag is hiervan natuurlijk minder of geen sprake omdat er hierbij geen drukverschillen optreden tussen het lumen van een deel van de maag en dat van de slokdarm.

De positie van de cardia vlak boven het diaphragma stelt dus het cardiamechanisme bloot aan de nadelige invloed van de respiratie. Maar is dit eigen aan deze positie? Staat de cardia subdiaphragmaal niet evenzeer onder invloed van het drukverschil dat tussen thorax en abdomen bestaat? Wij menen van wel, daar hierboven aannemelijk is gemaakt dat het diaphragma geen belangrijke afsluitende functie vervult.

Men kan ook voorbeelden vinden waarbij de cardia insufficiënt is, doch súbdiaphragmaal ligt terwijl er dus geen hernia bestaat. Men vond echter wel veranderingen in de anatomische verhoudingen van diaphragma en ligamenten. Lortat Jacob noemde deze gevallen de „malpositions cardio-tubérositaires". Bij operatie vond hij anomalieën van de hiatusspier of van de ligamenteuse en peritoneale verbindingen. Het begrip komt overeen met wat door Berenberg en Duhamel c.s. als chalasie is beschreven (Berk en Petterson verstaan onder chalasie iets anders, zie pag. 34).

Het is dus noodzakelijk dat er een normale anatomie van diaphragma en ligamenten bestaat bij de hiatus. Daar het diaphragma de slokdarm niet afsluit kan de functie slechts passief en vormgevend zijn aan het afsluitingsmechanisme.

Giuseffi c.s. hebben een poging gedaan na te gaan in hoeverre zij deze functie van het diaphragma konden verstoren. Na excisie van de rechterzijde van de hiatusring bij 4 honden ontstond geen oesophagitis. Excisie van de linkerzijde veroorzaakte bij 9 van 10 honden wel een oesophagitis. De linkerzijde van de musculaire lus om de oesophagus is dus van bijzonder belang in de anatomische verhoudingen, welke de functie van het afsluitingsmechanisme bepalen.

Tot slot zullen wij nog nagaan in welke richting de respiratiebewegingen de verhoudingen van slokdarm, cardia en maag beinvloeden.

Bij inspiratie daalt het onderste deel van de slokdarm door tractie aan het ligamentum phrenico-oesophageum [5], of door druk tegen de fundus van de maag [168], of door beide. Het eerste zal tot effect hebben een scherpere hoek tussen slokdarm en maag, het tweede een minder scherpe hoek. Hayek heeft dit Röntgenologisch onderzocht en komt tot de conclusie dat het effect van de fundusdaling groter is dan van de cardiadaling. Zowel in voor-achterwaartse als in zijdelingse richting ontstaat een stompere hoek bij inspiratie.

De beschouwingen over de invloed van het diaphragma waren gebaseerd op de veronderstelling dat de crura zich niet onafhankelijk kunnen bewegen van de rest van het diaphragma. Het zou echter denkbaar zijn dat de spierlus van het diaphragma, welke door de crura wordt gevormd, zich als een onafhankelijke sphincter zou gedragen.

Op deze hypothese berust de verklaring voor regurgitatie van Wolf, Som en Marshak. Deze zou berusten op een gestoorde coördinatie tussen de bewegingen van de koepels en de crura van het diaphragma.

Alvorens hierover te oordelen moet men zich verdiepen in wat bekend is over de innervatie van de crura van het diaphragma.

Het diaphragma wordt motorisch geïnnerveerd door de n. phrenicus.

Wandall neemt aan dat de crura worden verzorgd door de n. vagus en enkele n.n. intercostales. Er zijn echter sterke argumenten welke hiertegen pleiten: prikkeling van de n. phrenicus geeft drukverhoging in het lumen van de slokdarm ter hoogte van de hiatus oesophageus [78, 133]. Joannides [116] voelde de contractie van de crura tijdens prikkeling van de n. phrenicus. Strauss bestudeerde de anatomie van het diaphragma bij mens en dier. Tevens ging hij de spierdegeneratie na van het diaphragma na doorsnijding van de n. phrenicus, en tenslotte onderzocht hij de contracties na prikkeling van deze zenuw. Evenals Hayek, Leigh en Collis c.s. kwam hij tot de conclusie dat de n. phrenicus de enige motorische zenuw is van het diaphragma èn van de crura.

Zelf hebben wij bij mensen en honden tijdens doorlichting en operaties altijd slechts synchrone contracties van koepels en crura waargenomen bij inspiratie. Nooit waren er afzonderlijke contracties van de crura. Dat deze zich onafhankelijk kunnen bewegen lijkt ons dan ook niet zeer waarschijnlijk.

HET VENTIEL- OF KLEPMECHANISME TUSSEN SLOKDARM EN MAAG

Dit mechanisme wordt sinds Braune en Von Gubaroff [86] door vele auteurs beschouwd als een belangrijke factor, die tot de afsluiting van de slokdarm bijdraagt [4, 9, 31, 57, 63, 78, 87, 113, 116, 123, 141, 176, 178, 202, 230].

De slokdarm mondt scheef uit in de maag, waardoor aan de linker zijde een scherpe hoek tussen de linker slokdarmwand en de rechter wand van de fundus van de maag wordt gevormd: de incisura cardiaca (fig. 1). Rechts gaat de rechter zijwand van de slokdarm zonder een duidelijke hoek in de kleine curvatuur van de maag over. Men neemt nu aan dat de *incisura cardiaca* als klep kan fungeren en zo de slokdarm afsluiten, of dat een hier liggende *slijmvliesplooi* de afsluiting bewerkstelligt.

Als de druk in de maag hoger is dan in de slokdarm, zou de klep hierdoor worden dichtgedrukt. Bij voedselpassage naar beneden wordt de klep geopend door verhoogde druk in de slokdarm, welke voornamelijk door de peristaltiek ontstaat.

De werking van de klep wordt vaak zuiver mechanisch gezien. Teneinde dit te demonstreren heeft O'Mullane alle somatische en autonome zenuwverzorging van het cardiagebied uitgeschakeld door het inspuiten van d-tubocurarine chloride en succenyl chloride, ganglionblokkade door hexamethonium chloride en „Arfonad," en locale infiltratie met amethocaïne hydrochloride in het cardiagebied: de cardia bléef sufficiënt.

In het algemeen ziet men deze klepwerking als één van de verschillende factoren, waardoor de cardia sufficiënt is. Enkele schrijvers menen aanwijzingen ervoor te hebben dat deze het enige afsluitingsmechanisme van de cardia is [65, 153].

Wij zullen eerst de scheve inmonding van de slokdarm in de maag beschrijven, vervolgens de mucosaplooi waaraan men veelal de afsluiting toeschrijft, en tenslotte het drukverschil tussen slokdarm en maag.

DE SCHEVE INMONDING

Allereerst volgen hier enkele anatomische gegevens. De scheve inmonding van de slokdarm in de maag wordt in stand gehouden door verschillende factoren:

a) de eigen structuur van de wand van het cardiagebied;
b) de fibrae obliquae van de maagmusculatuur;
c) de steun door het diaphragma.

ad a. Beziet men een slokdarm-maag praeparaat buiten het lichaam, dan valt direct de incisura cardiaca op. Bij opblazen van het praeparaat verstrijkt deze hoek niet. Er bestaat dus een structuur in de wand van het cardiagebied welke de hoek onderhoudt. Waaruit deze structuur bestaat, kan men niet zeggen. Weinig is er nog bekend over het verloop van de spierbundels en de opbouw van het bindweefsel in het cardiagebied [74, 94, 137].

ad b. De binnenste spierlaag van de maag, de fibrae obliquae, wordt beschouwd als belangrijk voor het onderhouden van de incisura cardiaca. Deze vezels verlopen aan voor- en achterzijde van de maag een eindweegs evenwijdig aan de curvatura minor en gaan in elkaar over juist in de incisura cardiaca, waar zij als het ware een lus om de cardia vormen.

De vezels worden ook wel collaris Helvetii genoemd [138] omdat Helvetius ze het eerst beschreven zou hebben in 1719. Dit laatste is onjuist: reeds Blankaart (1696) en Verheyen (1711) kenden deze spierbundels en de laatste schreef er, duidelijker dan Helvetius, een afsluitende werking aan toe.

Men is echter nooit verder gekomen dan deze anatomische gegevens. De fibrae obliquae worden nog steeds als een belangrijk onderdeel van het cardiamechanisme beschouwd [21], doch elk bewijs ontbreekt verder.

ad c. Reeds werd beschreven hoe het diaphragma de scheve inmonding van de slokdarm in de maag onderhoudt, daar de incisura cardiaca wordt vastgehouden door de lus van de crura van het diaphragma, terwijl de fundus van de maag opgehangen is onder de linker diaphragmakoepel. Tevens bleek dat veranderingen in de normale anatomische verhoudingen van het diaphragma en van de ligamenteuse en peritoneale verbindingen tussen diaphragma en slokdarm vaak samengaan met insufficiëntie van de cardia en hiervan waarschijnlijk ook de oorzaak zijn.

Na deze enkele opmerkingen, welke op de *anatomie* van het ventielmechanisme betrekking hebben, mogen thans puntsgewijs enkele argumenten volgen ten gunste van een *afsluitende werking* ervan.

a. Hierboven is reeds vermeld dat het slokdarm-maagpraeparaat buiten het lichaam in zekere mate de scheve inmonding van slokdarm in maag behoudt. Allison [4] vond dat vloeistof gemakkelijker van de slokdarm naar de maag gebracht kan worden dan in omgekeerde richting. Er zou dus een ventielwerking aanwezig zijn, welke wegvalt zodra men de hoek van de incisura cardiaca minder scherp maakt door verschuiven van het praeparaat. Hij meent dat hierbij sprake is van een zuiver mechanisch ventielmechanisme waarvan de werking afhankelijk is van de hoek tussen slokdarmwand en maagwand. Anderen konden deze proeven echter niet bevestigen [60].

b. Bij excisie van de linkerzijde van de diaphragmaring om de slokdarm ontstaat cardia-insufficiëntie, niet wanneer men dit rechts uitvoert [82]. Het lijkt waarschijnlijk dat bij de operatie links de inmonding van slokdarm in maag minder scherp wordt dan tevoren het geval geweest was.

c. Verreweg de meeste hiatus herniae veroorzaken een insufficiëntie van de cardia. Het staat vast dat bij deze gevallen de scheve inmonding verloren is gegaan. Wil men operatief de cardia weer sufficiënt maken, dan blijkt het zeer belangrijk te zijn dat men de scheve inmonding van slokdarm in maag herstelt [5, 205].

d. Men heeft insufficiëntie gevonden bij patiënten, bij wie bij operatie alleen een laagstaande fundus werd aangetroffen en een weinig scherpe incisura cardiaca. Na operatief herstellen van deze hoek was de cardia weer sufficiënt (Lortat Jacob [l.c. 21]).

e. Barrett [21] nam waar dat men tijdens operatie een normale cardia insufficiënt kan maken door druk op de fundus van de maag.

Er zijn echter ook gegevens, die er op wijzen dat verstoring van de scheve inmonding niet stéeds met cardia insufficiëntie behoeft samen te gaan:

a. weliswaar gaan de meeste hiatus herniae met regurgitatie samen, doch niet alle [21a];

b. door het aanleggen van een pneumoperitoneum deed Pickard de fundusbocht uit de maag verdwijnen en lagen slokdarm en maag op het Röntgenbeeld gestrekt. Er trad geen regurgitatie op;

c. bij een duodeno-„oesophagostomie" behield Sauvage een sufficiënte cardiafunctie wanneer 1—2 cm maag aan de slokdarm bleef staan. Hoag c.s. hadden dezelfde ervaringen bij resectie van het orale deel van de maag, en zagen oesophagitis ontstaan bij negen van tien honden zodra de anastomose 1 cm boven de epitheelgrens tussen slokdarm en maag lag. Na deze operaties bestond er zeker geen scherpe hoek meer.

Deze drie waarnemingen zijn o.i. niet verklaarbaar met de theorie van het ventielmechanisme.

Nog twee factoren zouden invloed hebben op de hoek tussen slokdarm en maag: de respiratie en de vullingstoestand van de maag. De invloed van de respiratie werd in het vorige hoofdstuk besproken. Deze is waarschijnlijk niet zeer belangrijk, daar volgens Allison [4, 5] bij inspiratie de hoek scherper wordt, terwijl anderen menen dat er een minder scherpe hoek ontstaat [57, 94].

Tegenstrijdig zijn ook de gegevens over de invloed van maagvulling op de hoek tussen slokdarm en maag. Het is onbekend of deze hoek dan scherper wordt [94] of minder scherp [57].

DE MUCOSAPLOOI OF PLICA CARDIACA

De eigenlijke waterdichte afsluiting van de maag wordt gevormd door mucosaplooien in het cardiagebied. Daar deze plooien de onderliggende spierlaag bedekken, kunnen zij ook in zekere mate een klep vormen. Deze klep van mucosa zou de uiteindelijke afsluiting tot stand brengen.

De gedachte is geenszins nieuw. Reeds Magendie meende dat een slijmvliesplooi de maag afsloot van de slokdarm. Nadat hieraan lange tijd weinig aandacht werd besteed, komt thans deze plooi of lip steeds meer in de belangstelling [21, 55, 65] te staan of wordt herontdekt [121].

Wat de *localisatie* betreft, lijkt het inderdaad waarschijnlijk dat de afsluiting van de maag uiteindelijk in dit gebied van slijmvliesplooien plaats vindt. De cardia wordt insufficiënt wanneer men bij gastro- of duodeno-„oesophagostomie" niet ongeveer 1 cm maag aan de slokdarm laat staan (eigenlijk moet men dan dus spreken van een gastro- of duodeno-gastrostomie). Wordt de anastomose gelegd in het slokdarmepitheel dan ontstaat insufficiëntie [102, 125]. Röntgenologisch is hier ook de grens tot waar maaginhoud in normale omstandigheden kan terugstromen. Het erboven liggende sub- of intradiaphragmale antrum cardiacum wordt als regel niet retrograad gevuld [159]. Dit zou ook niet gunstig zijn, omdat er hier meestal een plaveiselepitheel bekleding van de wand bestaat welke weinig resistent is tegen inwerking van maaginhoud. Ook Dornhorst, Harrison en Pierce komen na uitgebreide drukmetingen tot de conclusie dat het afsluitingsmechanisme aanwezig is over een afstand van 5 mm en dat dit waarschijnlijk een mucosaklep is.

De moeilijkheid, waarvoor men staat bij het bestuderen van de slijmvliesklep, is dat men deze niet gemakkelijk te zien krijgt. Dit blijkt uit de beschrijvingen: Von Gubaroff, naar wien de klep ook wel genoemd wordt, vond hem aan de linkerzijde, dus als bekleding van de incisura cardiaca. Tot dezelfde conclusie kwamen Jutras en anderen [4, 121]. Er zijn echter ook auteurs die de klep aan

de zijde van de curvatura minor menen te moeten localiseren [78, 94, 152], of aan de voorzijde [202]. Weer anderen ontkennen het bestaan van een slijmvliesklep geheel en al [101]. Bij embryo's kon Pernkopf [173] hem niet waarnemen. Zeker is wel dat men de klep alleen tijdens het leven of zeer kort na de dood kan vinden.

Neemt men een mucosaklep aan, dan is het logisch zich af te vragen welke rol hierbij de *muscularis mucosae* speelt. Deze zou in het cardiagebied sterk ontwikkeld zijn (Thomlindson, geciteerd door Dornhorst [65]). Ons zijn hierover geen experimenteel gevonden gegevens bekend. Dornhorst is van mening dat tijdens het leven de mucosaklep door contractie van de muscularis mucosae wordt gevormd.

Het zou interessant zijn te weten hoe de mucosa van de cardialip en van de omgeving beweegt. Men kan hiernaar slechts gissen. Het staat vast dat de mucosa door middel van de submucosa slechts los verbonden is aan de spierlaag van slokdarm en maag. Met de oesophagoscoop zou men het slokdarmslijmvlies over vier tot vijf centimeter kunnen verschuiven [5]. Het staat echter niet vast of de mucosa van het cardiagebied ook zelfstandig bewegingen kan uitvoeren. Dornhorst denkt van wel: de muscularis mucosae zou, na uitsluiting van andere mogelijkheden, verantwoordelijk gesteld moeten worden voor de insufficiënte werking van de mucosaplooi tijdens ructus en braken. Palmer [168] bracht via de oesophagoscoop kleine zilveren klipjes aan op de epitheelovergang en zag dat bij lege maag deze epitheelovergang tot 3 cm naar boven ging in de zgn. slokdarm. Ook andere mucosabewegingen, welke hij niet kon verklaren, nam hij waar met deze methode.

Uit de pathologische anatomie zijn enkele gevallen bekend van invaginatie van het cardiagebied in de maag [60, 152], terwijl een prolaps van slokdarm-mucosa bij een hernia Röntgenologisch gediagnostiseerd en operatief bevestigd is door Sarasin en Hoch [193].

Tegen het bestaan van een mucosaplooi of cardialip, die de maag afsluit ten gevolge van drukverschillen tussen maag en slokdarm, pleiten ook enkele waarnemingen: men kan, zoals hierboven reeds werd vermeld, een sufficiënte cardia behouden bij resectie van het proximale deel van de maag, of bij een duodeno-oesophagostomie, mits men de anastomose 1 cm onder de epitheelgrens tussen slokdarm en maag legt. In dat geval is er dus een sufficiënt cardiamechanisme, maar van een scheve inmonding is dan geen sprake en een mucosaplooi, welke door een hogere druk in de maag als afsluiting werkt, kunnen wij ons dan ook niet goed voorstellen.

Hierboven is uiteengezet hoe men zich ongeveer de werking heeft gedacht van het ventielmechanisme dat het gebied van hogere druk in de maag afsluit van de slokdarm.

Wij moeten in dit verband nog nagaan wat er bekend is van de verhouding tussen de druk in het lumen van de slokdarm en van de maag.

DE DRUK IN HET LUMEN VAN DE SLOKDARM EN VAN DE MAAG

Slechts weinig gegevens zijn ons bekend omtrent de druk in de slokdarm en in de maag. Wij zullen deze gegevens hier bespreken omdat men wel aanneemt dat het klepmechanisme zuiver passief zijn functie vervult en daarin afhankelijk is van het drukverschil tussen de slokdarm en de maag. Is de druk in de maag hoger dan in de slokdarm, dan zou, tot een bepaalde grens, de klep hierdoor worden gesloten. Is echter de druk in de slokdarm hoger, dan is het cardiakanaal open.

Daar de druk tijdens de respiratie voortdurend wisselt, moeten wij onderscheid maken tussen de toestand tijdens inspiratie en die, welke tijdens exspiratie bestaat.

De drukveranderingen in het lumen van de slokdarm volgen nauwkeurig de variaties van de druk in de pleuraholten, aangenomen dat men een weinig lucht in de pleuraholte heeft gebracht [42, 64, 77]. De tonus van de wand van de slokdarm, die een zekere rekking moet ondergaan alvorens er in het lumen een negatieve druk ontstaat, heeft tot gevolg dat de druk in het lumen van de slokdarm steeds iets hoger is dan in de pleuraholten.

Tijdens inspiratie daalt de druk in de slokdarm en stijgt de druk in de maag. Gedurende exspiratie geschiedt het tegenovergestelde.

Men heeft deze druk op twee wijzen gemeten.

1. Met de *ballonmethode*. Hierbij is een grote of kleine ballon in de slokdarm via een slang verbonden met een manometer [42, 65].

De ballonnen kunnen echter door contact met de mucosa aanleiding geven tot contracties, terwijl ook de relatief grote hoeveelheid vloeistof, welke heen en weer beweegt in het systeem, onzuiverheden in de uitkomsten geeft [53]. Verder geven grote ballonnen slechts een gemiddelde druk weer over een bepaalde afstand van de slokdarm. Om deze redenen is Quigley van mening dat men de ballonmethode slechts mag gebruiken voor qualitatieve metingen.

2. Met zeer kleine *electromagnetische drukmeters*, welke drukvariaties omzetten in stroomverschillen. Deze zijn gebruikt door Butin c.s. en Code c.s. omdat bovengenoemde nadelen van de ballonmethode hierbij minder of niet aanwezig zouden zijn.

Wanneer de volgende gegevens dan ook niet geheel en al met elkaar overeenstemmen, is dit mogelijk een gevolg van een verschil in techniek, die is toegepast. De gegevens zijn ontleend aan verscheidene auteurs [41, 53, 65], en betreffen proeven bij mensen.

Bij *inspiratie* is de druk in de slokdarm — 6 tot — 15 of zelfs — 23 mm Hg. In de maag zou de druk dan + 7 mm Hg zijn. Het

drukverschil tijdens inspiratie is dus 13 tot 30 mm Hg. Tijdens inspiratie met gesloten glottis ontstaat in de slokdarm een negatieve druk van 50 mm Hg, terwijl de maagdruk tot + 30 mm Hg stijgt: een drukverschil dus van 80 mm Hg.

Bij *exspiratie* is de druk in de slokdarm ongeveer 0 (— 6 tot + 2 mm Hg). In de maag is de druk dan ook ongeveer 0, zodat er dan niet van een duidelijk drukverschil sprake is.

Onder normale omstandigheden blijft het afsluitingsmechanisme sufficiënt ondanks een druk van de maag uit, welke 13 tot 30 mm Hg bedraagt tijdens inspiratie en die zelfs 80 mm Hg kan zijn tijdens inspiratie met gesloten glottis.

Vermeld moet worden dat Buitendijk in de slokdarm een negatieve druk vond van slechts 2—4 cm water, terwijl Quigley voor de maximumdruk in het antrum van de maag opgeeft 10—20 mm Hg. Beiden gebruikten de ballonmethode.

Dornhorst, Harrison en Pierce hebben de druk gemeten vlak boven en vlak onder de cardia. Boven de cardia ontstond bij inspiratie een verlaging van de druk, eronder een verhoging. De „cardia" werd op deze wijze gelocaliseerd en bleek zich over een afstand van 5 mm uit te strekken. De voedselpassage werd Röntgenologisch gevolgd. Bij aankomst van voedsel even boven deze cardia ontstond daar een licht positieve druk van 4 mm Hg. Hierna opende zich de cardia binnen $\frac{1}{2}$ sec. en stroomde het voedsel in de maag. Dit alles geschiedde zonder dat er op dat ogenblik een peristaltiekgolf passeerde.

Uit de geringe „zwichtdruk" van 4 mm Hg en het snelle openen van het afsluitingsmechanisme concludeerde Dornhorst dat dit mechanisme zich zuiver passief gedraagt. Blijkbaar was er een zeer geringe weerstand tegen benedenwaartse passage terwijl dezelfde cardia in omgekeerde richting niet zwichtte voor een druk van de maag uit van 80 mm Hg tijdens inspiratie met gesloten glottis. Schrijver geloofde met een klepmechanisme te doen te hebben.

Een *peristaltiekgolf*, welke het voedsel voortstuwt in de slokdarm geeft een drukverhoging voor zich uit. Hierdoor stijgt de druk in de slokdarm en bedraagt tijdens inspiratie + 10, bij exspiratie + 30 of mogelijk + 50 mm Hg. De peristaltiekgolf heeft dus tot gevolg dat er in de slokdarm een druk ontstaat welke hoger is dan in de maag, waarbij het drukverschil varieert van + 3 bij inspiratie tot + 30 mm Hg of + 50 mm Hg bij exspiratie.

Normaal heerst dus tijdens inspiratie in de maag een hogere druk dan in de slokdarm. Deze drukverhouding wordt omgekeerd wanneer een peristaltiekgolf passeert.

Het laatste geldt alleen voor de normale, matig-diepe inspiratie. Bij diepe inspiratie of bij inspiratie met gesloten glottis kan een zó grote negatieve druk in de thorax en positieve druk in de maag ontstaan dat het voedsel onder in de slokdarm boven het diaphragma

blijft hangen, aldus Dornhorst c.s. Dit verschijnsel dat, zoals elders reeds beschreven is, ook wordt verklaard uit het sluiten van de epicardia [156, 158] of van de sphincter inferior [138] of door contractie van het diaphragma [184], wordt hier dus uitgelegd als een gevolg van het drukverschil dat onder bepaalde omstandigheden tussen slokdarm en maag bestaan kan.

Wanneer het drukverschil een bepaalde grens overschrijdt kan de cardia insufficiënt worden: O'Mullane toonde bij patiënten aan dat altijd maaginhoud in de slokdarm geregurgiteerd werd wanneer hij, tijdens narcose waarbij de spontane respiratie aanwezig was, in de ligging van Trendelenburg en bij gevulde maag, de luchtwegen blokkeerde tijdens inspiratie.

Wanneer het waar is dat er een klep bestaat, dan is het ook begrijpelijk dat deze klep door een zekere druk van de maag uit wordt dichtgedrukt tijdens inspiratie, terwijl alleen een abnormaal hoge druk oorzaak van insufficiëntie zal kunnen zijn. Bij een reeds bestaande insufficiëntie, zoals b.v. bij de meeste hiatus herniae het geval is, werkt het drukverschil tijdens de normále inspiratie al nadelig: de maaginhoud wordt dan in de slokdarm opgezogen met alle gevolgen van dien.

ANDERE FACTOREN WELKE HET CARDIAMECHANISME BEÏNVLOEDEN

De zwaartekracht is een factor, die bij de mens medewerkt regurgitatie tegen te gaan. Het is vanzelfsprekend niet de énige factor, daar men onder normale omstandigheden op het hoofd kan staan zonder hierdoor regurgitatie op te wekken. Het effect van de zwaartekracht op de cardiafunctie wordt o.a. duidelijk bij de conservatieve therapie voor hiatus hernia bij kinderen: door deze patiëntjes dag en nacht rechtop te verplegen, kan de regurgitatie worden beperkt.

Volledigheidshalve moeten wij hier verder vermelden dat Mosher en McGregor meenden dat bij diepe inspiratie de longtoppen een druk op de slokdarm uitoefenen. Deze opvatting is later door niemand bevestigd. Wel deelt Nemours Auguste [156] mee dat naar zijn mening bij diepe inspiratie de slokdarm gecomprimeerd kan worden door het ligamentum interpleurale van Morozow, waardoor voedselpassage zou worden belemmerd.

Mosher [150] heeft de levertunnel aansprakelijk gesteld voor de vorm en de richting van het intraäbdominale deel van de slokdarm. Dit deel wordt rechts en aan de voorzijde geflankeerd door de linker leverkwab.

Tenslotte zij nog vermeld dat Tigerstedt en Cannon [44] meenden dat de cardia zich sluit onder invloed van zure maaginhoud. Dit is later experimenteel [48] en klinisch niet bevestigd.

HOOFDSTUK IV

INSUFFICIËNTIE VAN DE CARDIA

Een zekere indruk van de werking van het cardiamechanisme kan men ook verkrijgen door het bestuderen van de omstandigheden waarbij een tekortschieten van het mechanisme wordt gevonden. Verschillende van deze omstandigheden zijn reeds eerder genoemd.

Men vindt insufficiëntie van de cardia in de volgende gevallen:

1. HIATUS HERNIA

Dit is de belangrijkste oorzaak voor insufficiëntie van de cardia [135]. Ulceratie in het onderste deel van het slokdarmepitheel wordt vrijwel uitsluitend hierdoor veroorzaakt [4, 118, 210, 234], terwijl oesophagitis er in 60—75 % der gevallen door ontstaat [50, 104].

Niet elke glijbreuk gaat echter met regurgitatie gepaard [211]; zo vonden Hillemand c.s. [99] bij slechts 37 van 47 gevallen van glijbreuk een insufficiënte cardia.

Bestaat er eenmaal een defect afsluitingsmechanisme, dan ontstaat volgens Allison en Johnstone in 75 % der gevallen een oesophagitis. Anderen vinden verhoudingen welke hiervan afwijken [24, 164]. Herniae bij kinderen geven vaker complicaties dan bij volwassenen, zoals tevoren reeds werd opgemerkt.

Na het bovenstaande zal het duidelijk zijn dat hiatus herniae niet steeds complicaties behoeven te geven. Boven het 50ste jaar zouden zij bij 1—13 % der normale personen zonder enig klinisch symptoom voorkomen [35, 159]. Dat deze getallen zo uiteenlopend worden opgegeven, is misschien een gevolg van verschillen in methode welke men tijdens het Röntgenonderzoek toepast.

Van ouds is opgevallen dat de hiatus hernia vaak samen gevonden wordt met een galblaaslijden. Dunhill en Hafter vinden deze combinatie bij 20 % van hun glijbreuken. Benedict en O'N Gillespie zagen bij 100 peptische stenosen van de slokdarm bij hiatus hernia 14 maal tevens een galblaaslijden.

In hoeverre er een verband tussen beide aandoeningen gelegd kan worden, is onbekend. Men heeft wel verondersteld dat van de galblaas prikkels uit kunnen gaan welke reflectoir, via de werking van de n. vagus, de slokdarm verkorten en een hernia veroorzaken, indien tenminste een zekere anomalie in de anatomie ter plaatse al aanwezig is [96]. Zelfs wordt geadviseerd bij elk geval van regurgitatie,

waarbij geen duidelijke hernia bestaat, een galblaasonderzoek te verrichten. Hillemand [99] zag eenmaal zulk een regurgitatie verdwijnen na galblaasexstirpatie.

De hier vermelde hypothese wordt gesteund door enkele experimenten: Goltz zag bij kikkers slokdarmcontractie na prikkeling van buikorganen. Faradische prikkeling van de n. vagus aan de hals geeft bij honden een lengtecontractie van de slokdarm, waardoor de maag in de hiatus wordt opgetrokken [28, 129, 182]. Dit effect kan ook worden bereikt door mechanisch prikkelen van het peritoneum, manipulaties aan de lever en overrekking van de ductus cysticus of van de galblaas met vloeistof, terwijl na doorsnijding van de n. vagus deze verschijnselen uitblijven [62]. In de kliniek is het verdwijnen van spasmen van de slokdarm beschreven na cholecystectomie [121].

Onduidelijk ook is het verband tussen hiatus hernia en het ulcus duodeni dat zo vaak hiermee samengaat. Rennie, Land en Scott Park vonden bij 31 herniae 7 maal, Hafter bij 55 herniae 8 maal een ulcus duodeni. Peptische stenose bij hiatus hernia ging bij 50 patiënten van Sweet c.s. [210] 19 maal, bij 100 gevallen van Benedict en O'N Gillespie 40 maal samen met een vers of oud ulcus duodeni.

Men kan hierbij veronderstellen dat er bij een bestaande hiatus hernia éérder klachten, ontstekings- en stenoseverschijnselen optreden wanneer er een hypersecretie van de maag bestaat, zoals bij het ulcus duodeni, dan wanneer dat niet het geval is.

Andere, weinig beschreven, combinaties zijn de hiatus hernia samen met andere herniae [88] of met colondivertikels en galstenen. De laatstgenoemde combinatie wordt wel trias van Saint genoemd [154]; de trias werd het eerst bij 3 patiënten gevonden, doch deze hadden tevens gemeen dat zij multiparae, vet en van middelbare leeftijd waren, en tevens obstipatie hadden.

2. OPERATIES IN HET CARDIAGEBIED

Indien bij achalasie operatief ingrijpen gewenst is kan men, teneinde de passage in het cardiakanaal te verbeteren, verschillende *plastieken* uitvoeren van de wand van het cardiagebied. Hierbij kan een belangrijke beschadiging teweeggebracht worden aan verschillende componenten welke voor een goed functionneren van het afsluitingssysteem noodzakelijk worden geacht. Zowel klinisch als experimenteel blijkt dat dan ook in vele gevallen peptische veranderingen in de slokdarm ontstaan. Deze technieken worden daarom tegenwoordig steeds meer verlaten [19, 229, 237].

De beste resultaten geeft nog de *operatie van Heller*. Ook hierna komt echter regurgitatie met oesophagitis voor, zowel in het experiment [81] als bij patiënten [141, 224]. Nemir [155] vond bij 24 patiënten, bij wie na de operatie de obstructie bij de cardia geheel verdwenen was, in de helft van dit aantal een regurgitatie. Mogelijk is dat men na

de myotomie onvoldoende de normale anatomische verhoudingen tussen slokdarm, maag en diaphragma had hersteld. Natuurlijk kan ook vóór de operatie al een niet-peptische oesophagitis door stase van voedsel bestaan hebben.

Ook bij *oesophago-gastrostomie* voor carcinoom komt oesophagitis voor [4]. Ripley [188] vond het bij 28 van 65, Carver [50] bij 13 van 100 patiënten. Na deze operatie zijn alle factoren verstoord welke men belangrijk acht voor een normale cardiafunctie.

Een nog niet geheel opgelost probleem is de therapie voor een stenose, ontstaan bij een hiatus hernia [224]. Holinger c.s. reseceerden deze stenose in 6 gevallen, doch binnen 48 maanden hadden alle patiënten weer een stenose ten gevolge van regurgitatie. Ook bij deze operatie wordt niets intact gelaten dat nog een afsluitende functie zou kunnen vervullen.

3. OPERATIES BUITEN HET CARDIAGEBIED

Benedict en O'N Gillespie vonden bij 100 slokdarmstenosen 6 gevallen waarbij geen hernia bestond, doch waarbij kort tevoren een grote operatie buiten het cardiagebied was verricht. Door Rennie c.s. zijn ook 3 gevallen beschreven. Vermeldenswaard is in dit verband dat ook „spontane" rupturen van het onderste gedeelte van de slokdarm zijn voorgekomen na operaties elders [18, 73], rupturen waarvan men veelal aanneemt dat ze worden voorafgegaan door ulceratie.

Het verband tussen de operatie en de cardia-insufficiëntie wordt op verschillende wijzen gelegd.

Zo denkt men dat tijdens het achteroverliggen in narcose er een relaxatie van de cardia met regurgitatie in de slokdarm optreedt [25]. O'Mullane toonde echter aan dat het cardiamechanisme door de anaesthesie niet insufficiënt wordt, doch dat steeds regurgitatie optreedt bij obstructie van de luchtwegen tijdens inspiratie, wanneer bovendien de patiënt in de houding van Trendelenburg ligt.

Het braken in de postoperatieve periode zou ook oesophagitis kunnen veroorzaken.

Men weet verder dat na het gebruik van een maagslang cardia-insufficiëntie kan optreden [21, 210]. Onduidelijk is nog hoe men dit moet verklaren.

Ook uit het fraaie onderzoek van Lodge naar de pathologische anatomie blijkt dat braken en het gebruik van een maagslang tot oesophagitis aanleiding kunnen geven.

4. MALPOSITIONS CARDIO-TUBEROSITAIRES

Onder deze naam beschreven Lortat-Jacob en Robert 9 gevallen van regurgitatie zonder hernia. Bij operatie werden anatomische afwijkingen gevonden aan de pijlers van het diaphragma, en aan de ligamenteuse en peritoneale verbindingen ter plaatse,

terwijl soms ook de scherpe hoek tussen slokdarm en maag verstreken was. Operatief herstel van de normale anatomie maakte de cardia weer sufficiënt.

Berenberg, Duhamel e.a. beschrijven onder de naam chalasie hetzelfde beeld bij kinderen: een insufficiënte cardia-werking zonder hernia. Zij opperden de mogelijkheid dat er anatomische wanverhoudingen aan ten grondslag lagen, doch bewezen dit niet.

5. CHALASIE OF CARDIO-ESOPHAGEAL RELAXATION

Hieronder verstaat men meestal een beeld, waarbij men als oorzaak niet anatomische afwijkingen, doch een innervatiestoornis aanneemt zonder dat dit overigens is bewezen. De eerste gevallen werden beschreven door Robins en Jankelson in 1926. Deze schrijvers maakten echter geen melding van al of niet begeleidende herniae, zodat wij wel moeten aannemen dat het grootste deel van hun gevallen een insufficiëntie ten gevolge van een hiatus hernia betroffen heeft.

Het beeld wordt tegenwoordig alleen bij jonge kinderen beschreven [26, 67, 176, 179]. Neuhauser vond het 2 maal na een hersenlaesie; Decortis-Constant nam vermindering van peristaltiek van de gehele slokdarm hierbij waar. De afwijking is meestal van tijdelijke aard. Over de oorzaak is niets met zekerheid bekend.

6. BRAKEN

Braken op zichzelf veroorzaakt meestal geen oesophagitis. Men vindt echter vaak de combinatie braken, oesophagitis en een andere „ziekte" (galblaaslijden, ulcus duodeni, cerebrale laesie, graviditeit of postoperatief). Hoewel er meestal een hiatus hernia mede aanwezig is, kán deze ontbreken; het is dan niet uit te maken of de oesophagitis ontstond ten gevolge van het braken of dat de genoemde ziekten zelf tot regurgitatie aanleiding gaven.

7. CEREBRALE LAESIES

Scott beschrijft een geval van een pasgeborene, die na een intracranieel trauma overleed aan een bloedend ulcus oesophagi, juist op de overgang naar de maag. Bekend is ook dat na de meest uiteenlopende ziekten, traumata en operaties van het cerebrum, „spontane" rupturen kunnen optreden in het onderste deel van de slokdarm [73]. In hoeverre hier van een acute ulceratie door cardia-insufficiëntie sprake kan zijn, is onbekend. Pathogenetisch worden deze gevallen ook wel verklaard als gevolg van circulatiestoornissen in de slokdarmwand, veroorzaakt door arteriolospasmen. Ferguson was niet in staat experimenteel oesophagitis te veroorzaken door drukverhoging in de schedel.

8. REGURGITATIE DOOR DENERVATIE

Bij proefdieren is regurgitatie op verschillende wijzen opgewekt. Knight en Adamson [128] bereikten dit bij katten door ectomie van het ganglion coeliacum. Bij honden is regurgitatie verkregen door supradiaphragmale vagotomie [29] of door vagotomie boven het niveau van de longhilus [111]. Een verklaring hiervoor is nog niet mogelijk zolang men nog in het onzekere verkeert over de innervatie van slokdarm en cardia. Mogelijk bevat de n. vagus zowel motorische als remmende vezels voor het cardiagebied [111, 233, 235].

Bij mensen zag Friedberg na 31 vagotomieën 6 maal regurgitatie optreden, en 2 maal een voorbijgaande „cardiospasme". Tan King Poo vermeldt na 51 vagotomieën 5 maal tijdelijke slikklachten. Uit deze gegevens is geen conclusie te trekken omtrent de innervatie van het afsluitingsmechanisme. Wel moet men bedenken dat bij de abdominale toegangsweg voor vagotomie vaak de slokdarm wordt losgemaakt in de hiatus, en dat dus mogelijk de steun van het diaphragma en de scheefheid van de inmonding van de slokdarm in de maag veranderd zijn na de operatie.

9. REGURGITATIE ZONDER SYMPTOMEN

Een geringe mate van regurgitatie zonder hernia komt ook bij normale individuën voor zonder symptomen [159]. Bij een serie van 200 gevallen vonden Werbeloff en Merskey dit 5 maal. Bij grijsaards en zuigelingen zou het het meest voorkomen [156, 177]. Het wordt dan wel functionele regurgitatie genoemd [99] omdat verder geen afwijkingen worden gevonden.

Bakwin, Duhamel e.a. menen dat bij zuigelingen kort na de maaltijd altijd wat regurgitatie kan voorkomen, doch steeds zonder symptomen. Husfeldt [109] vermeldt echter een onderzoek, waarbij bij 100 normale kinderen van 0—7 jaar geen regurgitatie kon worden gevonden.

Wanneer men aanneemt dat bij chalasie bij kinderen geen anatomische afwijkingen aanwezig zijn, is het moeilijk de grens aan te geven met de hierboven beschreven physiologische regurgitatie. Waarschijnlijk bedoelt men met chalasie een regurgitatie mét begeleidende symptomen.

HET VERBAND TUSSEN REGURGITATIE EN PEPTISCHE VERANDERINGEN IN DE SLOKDARMWAND

Een insufficiëntie van het cardiamechanisme kan men het fraaist Röntgenologisch waarnemen, en dit is dan ook in vele van de hierboven besproken gevallen geschied. Men heeft echter ook oesophagitis, ulceratie en peptische stenose van het onderste deel van de slokdarm beschouwd als een gevolg van regurgitatie. Deze gevolgen kunnen

alleen door de oesophagoscoop of na de dood met zekerheid worden vastgesteld.

Juist de peptische veranderingen van de slokdarmwand maken het probleem van de cardiawerking voor de clinicus belangrijk. Daarom willen wij hier nu nog bepalen hoe het verband is tussen oesophagitis, ulceratie en stenose enerzijds en cardia-insufficiëntie anderzijds.

Uit ervaring weet men thans zeker dat bij elke regurgitatie van maaginhoud in de slokdarm een kans bestaat op oesophagitis, ulceratie en stenose in het onderste gebied van het slokdarmepitheel. Deze kans op oesophagitis zou 75 % bedragen [6]. Ten overvloede wordt dit gedemonstreerd door de experimenten van Kiriluk en Merendino [125]. Deze onderzoekers reseceerden de onderste 1 cm van de slokdarm en een deel van de maag. De slokdarmcomplicaties, welke hierna ontstonden, werden verminderd door het aanbrengen van een kunstmatig klepmechanisme bij de overgang tussen de slokdarm en de maag.

Men weet ook dat het slokdarmepitheel bijzonder gevoelig is voor contact met maagsap [71, 187, 228] of zoutzuur en pepsine [76, 126]. De peptische veranderingen, die dan optreden, zijn ernstiger naarmate de zuurgraad hoger is; dit blijkt uit experimenten [144] en klinische ervaring van Wulff [237]. Verricht men een gastro-oesophagostomie dan verkrijgt men bij een gróte resectie van het *zuur-producerende* deel van de maag minder oesophagitis dan bij een kleine [162].

Er is dus wel een duidelijk verband tussen de productie van maagsap en oesophagitis in de gevallen waarbij het cardiamechanisme in zijn functie is gestoord.

Nog niet verklaard is dat bij kinderen met regurgitatie vaker peptische veranderingen in de slokdarm optreden dan bij volwassenen [24, 108].

Een nog niet opgelost probleem is tevens waarom de ene patiënt met regurgitatie nooit complicaties krijgt, terwijl bij een andere in korte tijd ulceratie of stenose ontstaat. Wanneer men hiervoor de zuurgraad van het maagsap verantwoordelijk wil stellen, bedenke men dat een hoge maagzuurwaarde niet altijd met oesophagitis gepaard behoeft te gaan [80]. Verder is oesophagitis ook gevonden bij patiënten met achloorhydrie [4, 80], of zelfs bij een oesophago-duodenostomie [21], en experimenteel verkregen bij cardia-insufficiëntie met achloorhydrie [102]. Een maagresectie zou dan ook niet steeds een praeventieve of therapeutische werking hebben bij een stenose [25]. Hiertegenover staat dat een ulcus oesophagi bij een hernia door Cornell en Winkelstein genezen is met een gewone maagresectie, terwijl Wangensteen [229] 3 maal een, volgens deze auteur peptische, strictuur in de slokdarm waarbij geen hernia bestond, genas met een Billroth II resectie; de stenose van 2 dezer patiënten was tevoren al 100 maal opgerekt.

Om een verklaring voor bovenvermelde problemen te geven is men tot de volgende beschouwingen gekomen.

1. Schubert meende dat behalve regurgitatie van maaginhoud ook circulatiestoornissen, veneuse stuwing en verminderde weerstand van het slokdarmepitheel een rol spelen.

2. Een neurogene theorie werd door Bergquist verdedigd.

3. Aangetoond is dat ook gal en pancreassap oesophagitis kunnen veroorzaken door contact met het epitheel van de slokdarm [56].

4. Aylwin maakte het met een serie fraaie proeven waarschijnlijk dat er 2 soorten regurgitatie bestaan: die van overdag en de nachtelijke. Indien men bij een patiënt met een hiatus hernia regurgitatie heeft aangetoond, wil dat nog niet zeggen dat deze in de nacht ook plaats vindt. Hij toonde verder aan dat de maaginhoud, welke 's nachts wordt geregurgiteerd, vaak alleen afkomstig is uit het *supra*diaphragmaal gelegen deel van de maag, daar 's nachts het diaphragma dit deel geheel gescheiden kan houden van het *sub*diaphragmale gedeelte. Het supradiaphragmale deel van de maag kan zeer goed maagsap secerneren. Terwijl nu, aldus Aylwin, overdag hiertegen een zekere beschermende invloed uitgaat van het speeksel en het secreet van de slokdarm zelf, ontbreekt dit beschermingsmechanisme gedurende de nacht. Hierdoor zou vooral 's nachts het maagsap zijn laederende werking uitoefenen.

Verschillen in de graad van oesophagitis en ulceratie worden door Aylwin verklaard uit verschillen in histologische bouw en functie van de mucosa van het boven het diaphragma gelegen gedeelte van de maag, en uit verschillen in graad van nachtelijke insufficiëntie van de cardia.

5. Bij een hiatus hernia wordt de mate van stasis van maaginhoud boven het diaphragma van belang geacht voor de mate van oesophagitis [31, 144, 227].

Wij moeten ons thans nog afvragen in hoeverre ectopisch maagslijmvlies in de slokdarm een rol kan spelen bij het ontstaan van oesophagitis, zonder dat dit dus door een regurgitatie van maaginhoud wordt veroorzaakt.

Onder ectopisch maagslijmvlies moeten we hier verstaan *eilandjes* van maagmucosa, omgeven door slokdarmepitheel. Taylor vond deze eilandjes 6 maal bij 900 autopsieën, steeds in het *bovenste* deel van de slokdarm. Er werden geen ontstekingsverschijnselen gevonden, doch de snelle postmortale verandering wees mogelijk op secretie van maagsap. Een zéker bewijs dat deze eilandjes ook in het *onderste* gedeelte van de slokdarm voorkomen, is nooit gegeven. Wel heeft men biopsieën verricht in de buurt van peptische stenosen boven een hiatus hernia, en vond dan maagmucosa, waarvan werd aangenomen dat het ectopisch gelegen was [38, 52, 183, 222], doch het lijkt waarschijnlijk dat

men de biopsie heeft verricht uit een uitloper van maagslijmvlies. Anderen hebben systematisch naar ectopisch maagslijmvlies in het onderste deel van de slokdarm gezocht, doch het niet gevonden [20, 25, 234, 235].

Met ectopisch maagslijmvlies worden dus niet de zeldzame gevallen bedoeld, waarbij het onderste deel van de slokdarm, soms tot aan de hoogte van de aortaboog of zelfs van het cricoïd, geheel bekleed is met maagmucosa. Bij de meesten van deze patiënten was tevens een hiatus hernia aanwezig [6, 34, 110]. Dit behoeft echter niet altijd het geval te zijn [21]. De oesophagitis, die steeds bij deze patiënten gevonden is, kan dus zowel een gevolg van een eventueel aanwezige hernia, als van de abnormale ligging van de maagmucosa zijn.

Men kan zich tenslotte de vraag stellen hoe vaak oesophagitis voorkomt zonder symptomen. Schubert vond bij 100 willekeurige secties 50 maal min of meer chronische infiltratie van de slokdarmwand en 13 maal acute ontstekingen; 37 gevallen vertoonden geen afwijkingen.

Door Lodge werd de slokdarm onderzocht van 500 patiënten die in het ziekenhuis waren overleden: 31 % vertoonde een acute oesophagitis. Meestal was deze ontsteking zonder symptomen verlopen. Bij 100 andere praeparaten, afkomstig van patiënten die buiten het ziekenhuis en na een ziekbed van niet langer dan één dag waren overleden, werd slechts in 3 % een acute oesophagitis gevonden.

HOOFDSTUK V

HET OPENGAAN VAN DE CARDIA

Men neemt veelal aan dat de passage van voedsel belangrijk is voor het opengaan van de cardia. Wij zullen de peristaltiek, die hierbij de voornaamste rol speelt, in hoofdstuk VI bespreken.

Het verslappen of openen van het cardiakanaal zou op twee tijdstippen tot stand kunnen komen.

1. *Direct na het slikken, nog voordat het voedsel of de peristaltiekgolf het onderste deel van de slokdarm heeft bereikt.*

Cannon [45] merkte op dat bij katten de maagdruk daalt ogenblikkelijk na het slikken, en blijft dalen tot 0 bij aankomst van het voedsel in de maag. Veach bereikte hetzelfde door een ballon op te blazen hoog in de slokdarm bij katten. Het effect werd te niet gedaan door vagotomie. Burget en Zeller bevestigden dit bij honden, doch hierbij hadden noch vagotomie noch sympathectomie invloed op het verschijnsel. Volgens Grondahl en Haney was een intacte n. vagus wel essentieel voor dit verschijnsel. Bij 78 mensen deed Brody dezelfde proef en vond bij 74 van hen binnen 0—3 seconden na het slikken een drukverlaging in het onderste deel van de slokdarm en in de maag.

Andere schrijvers vermeldden dit feit in het geheel niet bij de beschrijving van hun drukcurven [53, 65]. Wel vonden Butin c.s. ogenblikkelijk na het slikken een drukdaling in de slokdarm bij een derde van de door hen onderzochte patiënten, doch deze drukdaling duurde slechts 1 seconde, en de auteurs schreven het phenomeen toe aan het optrekken van de larynx.

2. *Vlak voor de drukverhoging, welke het gevolg is van de passage van het voedsel en van de peristaltische golf* [Disc. bij 41, 106, 170, 217].

De drukmetingen van Dornhorst e.a. wezen uit dat de peristaltiek een voldoende drukverhoging kan geven om de kleine weerstand, die de cardia tegen benedenwaartse voedselpassage stelt, te overwinnen. De mogelijkheid bestaat echter ook dat de contractiegolf wordt voorafgegaan door een zône van relaxatie. Wij komen hierop in het hoofdstuk over de peristaltiek terug.

Hóé de cardia zich opent, kan men slechts gissen. Sommigen [123, 208 223, 238] menen dat contractie van de longitudinale vezels van de slokdarm en het aangrenzende gebied van de maag een openen van de cardia tot gevolg heeft door het verwijden van het cardiakanaal en door het doen verdwijnen van de scherpe hoek.

De opvatting van Lerche over het openen van de cardia werd reeds beschreven bij „de sphincter cardiae". Het zuiver mechanische klepmechanisme, waarbij uitsluitend drukverhoudingen een rol spelen, hebben wij reeds vermeld.

Welke zenuwelementen een rol spelen bij het openen van de cardia is nog onzeker. Relaxatie van de cardia werd bereikt door prikkeling van de splanchnicus minor [167], verwijdering van het ganglion coeliacum [26, 128], door prikkeling van de n. vagus [128], maar ook door supradiaphragmale doorsnijding van de n.n. vagi [202].

HOOFDSTUK VI

PERISTALTIEK VAN DE SLOKDARM EN BEWEGINGEN IN HET CARDIAGEBIED

Enkele recente onderzoekingen hebben aanleiding gegeven tot de veronderstelling dat het cardiagebied zich op andere wijze kan bewegen dan het daarboven gelegen deel van de slokdarm.

Volgens Lerche e.a. is het „gastro-esophageal segment of expulsion" een aparte physiologische eenheid met een eigen motoriek, welke zich onderscheidt van die in het hoger gelegen gebied van de slokdarm (zie blz. 15). Catalano komt na een Röntgenologische studie bij mensen tot dezelfde conclusie; ook Ingelfinger [disc. bij 41] spreekt zich op grond van zijn drukmetingen in de slokdarm duidelijk uit: de „gastro-esophageal vestibule" (= antrum cardiacum) heeft een onafhankelijke motoriek, waarin de gewone peristaltiekgolf niet doorgaat.

Waaruit de bijzondere bewegingen van het cardiagebied tijdens voedselpassage eigenlijk bestaan, is ons uit de literatuurgegevens niet duidelijk geworden. Slechts Lerche geeft hierover zijn mening, die wij reeds hebben weergegeven. Noch de bevindingen bij doorlichting van mens en dier, noch de gegevens, die bij drukmeting zijn gevonden, geven hierover informatie. Slechts enkele zeer indirecte inlichtingen, welke hieronder volgen, zijn hieromtrent verkregen.

Men heeft bij konijnen waargenomen dat ogenblikkelijk na voedselpassage het cardiagebied in de maag prolabeert en enige tijd in die toestand blijft om zich dan plotseling terug te trekken [8, 23, 199]. Magendie zag iets dergelijks bij de hond en Hallé [l. c. 146] was in staat het bij de mens waar te nemen. Payne en Poulton vermoedden hetzelfde op grond van hun ballonproeven. Het staat natuurlijk geenszins vast dat deze vondsten van enig belang zijn voor het sluitingsmechanisme van de cardia, doch zij vinden in dit overzicht een plaats, daar het hier bewegingen betreft van het onderste slokdarmsegment in aansluiting aan de peristaltiek. Typisch voor de geringe mate van belangstelling, welke men voor het normale cardiamechanisme steeds heeft gehad, is dat deze gegevens later nooit ontkend of bevestigd zijn.

Het is misschien juist er hier op te wijzen dat Dornhorst e.a. [65] bij hun drukmetingen in de slokdarm vonden, dat na voedselpassage er soms gedurende 20 seconden een verhoogde druk bleef bestaan in het cardiagebied. Anderen is dit feit echter niet opgevallen [41, 53].

Een belangrijke vraag, welke men zich moet stellen, is of de peristaltiekgolven doorgaan in het onderste deel van de slokdarm.

Dahmann [57] onderzocht dit probleem door de druk te meten in de slokdarm met behulp van ballonnen. Een electromagnetisch instrument werd later door Ingelfinger [disc. bij 41] gebruikt. Beiden komen tot de slotsom dat de peristaltiekgolven niet doorgaan tot in het onderste deel van de slokdarm; Evans [70] bericht hetzelfde op grond van een grote Röntgenologische ervaring; Nemours Auguste [158] heeft soms de peristaltiek wel tot de anatomische cardia zien voortschrijden, doch meestal zouden de contractiegolven niet verder gaan dan het niveau van de hiatus oesophageus.

Hiertegenover staat dat anderen menen, dat de peristaltiekgolven meestal [217] of steeds [192] tot de anatomische cardia doorgaan.

Onbekend is ook of er tijdens voedselpassage door het cardiagebied bepaalde bewegingen in het aangrenzende deel van de maag plaatsvinden. Vermeld werd reeds de opvatting, dat de cardia zou worden opengetrokken door de longitudinale spiervezels van de slokdarm, welke op de maagwand uitstralen. Deze opvatting is een hypothese die voorzover wij hebben kunnen nagaan alleen steunt op anatomische gegevens.

Daar wij in het bovenstaande te maken hadden met verschil in bewegingen tussen het cardiagebied en het daarboven liggende gedeelte van de slokdarm, is het noodzakelijk kort een indruk te geven van wat bekend is over de peristaltiek van de slokdarm.

Men onderscheidt primaire, secundaire en tertiaire peristaltiek.

1. De *primaire peristaltiekgolf* vindt zijn origine in het slikken, begint bij de bovenste mond van de slokdarm en loopt door tot het niveau van de hiatus oesophageus of tot de anatomische cardia.

Door Hurst [106], Santy en Michand werd aangenomen dat aan de contractiegolf een verslapping van de slokdarmmusculatuur voorafgaat. Kymographisch onderzoek maakte dit onwaarschijnlijk [134]; de verslapping komt ook niet tot uiting in een drukverlaging in het lumen van de slokdarm [41, 53, 65]. Men heeft, zoals bij de bespreking van het openen van de cardia werd aangetoond, ook gevonden dat de druk in de cardiastreek en in de maag daalt nog voordat een peristaltiekgolf het onderste deel van de slokdarm heeft bereikt.

De contractiegolf plant zich voort met een snelheid van 3—7½ cm per seconde [41, 134] en doet de druk in de slokdarm tot 10—50 mm Hg stijgen.

2. De *secundaire peristaltiekgolf* wordt sinds het werk van Meltzer [149] gedefinieerd als de contractiegolf, die niet na slikken, maar na een bepaalde prikkeling van de slokdarmwand ontstaat.

Men kan de secundaire peristaltiek in gang zetten met een ballon [42, 47, 53, 79, 172] of door met een maagslang voedsel in de slokdarm te brengen via de mond [148, 213], of via een cervicale oesophagostomie [58, 112].

De secundaire peristaltiek zou alleen onder het niveau van de

aortaboog zijn op te wekken [131, 192, 216, 217]. Hwang [112] heeft echter aangetoond dat in het cervicale deel van de slokdarm ook secundaire peristaltiek kan ontstaan, doch dat hiervoor een sterkere prikkel op de slokdarmwand noodzakelijk is dan in het thoracale gedeelte.

3. *Tertiaire peristaltiek* is eigenlijk geen peristaltiek, doch bestaat uit onregelmatige contracties welke bij de mens zijn waargenomen op verschillend niveau van de slokdarm. De contracties zijn grillig van vorm en duur, kunnen simultaan ontstaan en de slokdarmwand bij doorlichting de vorm van pseudodivertikels of van een kurketrekker geven. Het verschijnsel komt vooral bij ouderen voor, geeft meestal geen symptomen en heeft dan ook weinig klinische betekenis [83, 139, 192, 211, 217].

Voor ons zijn de twee eerste soorten peristaltiek van belang. Peristaltiek in een lege slokdarm komt waarschijnlijk niet voor. Voor zover het is aangetoond, is dit geschied met ballonnen, welke zelf door contact met de slokdarmwand oorzaak kunnen zijn van contracties [22, 231]. Antiperistaltiek in de slokdarm is bij mensen nooit aangetoond.

De physiologische eigenschappen van de secundaire peristaltiek zijn sinds Meltzer alleen door Hwang [112] onderzocht. Hij toonde aan, dat de primaire en secundaire peristaltiek in verschillende belangrijke eigenschappen niet verschillen en dat beide zeer belangrijk zijn voor het normale transport van voedsel door de slokdarm. Bij een kleine hoeveelheid voedsel zou de primaire peristaltiek de belangrijkste functie vervullen.

Men neemt aan dat het voedsel wordt voortgedreven door de *circulaire spierlaag* van de slokdarm. Contractie van deze laag geeft vernauwing van het lumen en theoretisch een verlenging van de slokdarm. Het verloop van de vezels in de circulaire laag is weinig onderzocht, doch het is volgens Laimer en Lerche ellipsvormig, waarbij de hoek, welke het vlak van de ellips vormt met de lengte-as van de slokdarm, wisselt van boven naar beneden. In het onderste deel van de slokdarm zou vooral een schroefvormig verloop van deze vezels aanwezig zijn. Laimer dacht dat deze ellipsen een snellere voortdrijving van het voedsel mogelijk maken. Stöhr vond een nog meer gecompliceerde bouw van schroefvormige vezels.

De functie van de *longitudinale laag* bij de peristaltiek is slecht bekend. De sterke ontwikkeling ervan in de slokdarm, vergeleken bij de overige tractus digestivus, suggereert belangrijkheid [233]. Wij mogen verwachten dat contractie van de longitudinaal verlopende vezels verkorting geeft van de slokdarm. Deze verkorting zou tot effect hebben dat de maag wordt opgetrokken [72, 195]. Nemours Auguste meent dat deze verkorting en optrekking van de slokdarm plaats vindt vóór de contractie door de circulaire vezels.

Vermeld werd reeds de opvatting, dat de longitudinale spierbundel bij contractie de sphincter cardiae zou dilateren.

Tenslotte werd aan deze spierlaag een steunende functie toegeschreven, welke dient om overrekking van de wand bij passage van grote brokken voedsel tegen te gaan [132, 146].

Onder pathologische omstandigheden kan men veranderingen in frequentie, sterkte en verloop van de peristaltiekgolf soms zien samengaan met een dysfunctie van het cardiamechanisme. Men neemt dit waar bij achalasie en chalasie [26, 61, 160]. Of hier een dysfunctie van de cardia bestaat ten gevolge van een atypische peristaltiekgolf, of dat de veranderingen in peristaltiek het gevolg zijn van ontstekingsverschijnselen in de slokdarmwand, secundair aan een gestoorde functie van de cardia, is nog onzeker. Bij oesophagitis kunnen zeker atypische peristaltiekgolven of verlies van peristaltiek voorkomen [55, 211].

Wij hebben in het bovenstaande een indruk trachten te geven van de lacune, welke bestaat in onze kennis aangaande de bewegingen van het cardiagebied bij voedselpassage. Er zijn aanwijzingen, dat deze bewegingen zich onderscheiden van de bewegingen in het bovenliggende gebied, doch zeker is dit allerminst. De oörzaak van deze onzekerheid is waarschijnlijk gelegen in het feit, dat men de peristaltiek in de slokdarm en de bewegingen van het cardiagebied niet voldoende heeft kunnen onderzoeken, daar hiervoor een geschikte methode heeft ontbroken. Drukmetingen in de slokdarm gaven vaak tegenstrijdige inlichtingen, welke bovendien geen directe indruk gaven van het gebeuren. Bij doorlichting met Röntgenstralen ziet men slechts de impressie van de wand van de slokdarm op de contrastmassa en dan nog maar zeer kortstondig. Bewegingen van de spierlagen en van het slijmvlies blijven hierbij verborgen.

In de hoop een indruk te verkrijgen van de bewegingen van de slokdarm en het cardiagebied, bij passage van voedsel en bij insufficiëntie van de cardia, hebben wij getracht deze bewegingen zichtbaar te maken en vast te leggen door middel van de Röntgencinematographie. Het resultaat hiervan wordt in een volgend hoofdstuk besproken.

SAMENVATTING VAN DEEL I

In dit eerste deel werden uitsluitend literatuurgegevens vermeld en beoordeeld.

Hoofdstuk I behelsde de anatomie van het onderste slokdarmgebied, waarbij speciaal werd ingegaan op de verwijdingen en vernauwingen die hier vaak worden gevonden, op de verbindingen tussen dit gebied en het diaphragma, en op de verschuifbaarheid van de slokdarm ten opzichte van het diaphragma. Het bleek dat vele gegevens met elkaar in tegenspraak zijn (zie fig. 1).

De verschillende gangbare theorieën over het cardiamechanisme trof men aan in hoofdstuk III met de argumenten welke voor en tegen deze theorieën naar voren gebracht kunnen worden. Voor de afsluiting tussen slokdarm en maag heeft men wel een *sphincter* verantwoordelijk gesteld. Deze zou volgens sommigen aanwezig zijn bij de anatomische cardia, volgens anderen bij de onderste engte van de slokdarm. Een sphincter in de slokdarmwand bij de anatomische cardia is anatomisch nooit op overtuigende wijze aangetoond, terwijl Röntgenologische en oesophagoscopische ervaringen het bestaan ervan onwaarschijnlijk hebben gemaakt. Het is mogelijk dat het cardiagebied anders wordt geïnnerveerd dan het daarboven gelegen deel van de slokdarm. Of er supradiaphragmaal, bij de onderste engte, een sphincter in de slokdarm bestaat is nog onzeker. Het werk van Lerche, de voorstander van deze localisatie van een sphincter, behoeft nadere bevestiging.

Het *diaphragma* sluit zelf de slokdarm niet af, doch het staat wel vast dat tijdens inspiratie een zekere druk uitgaat van het diaphragma op de slokdarm. Uit de literatuur kan men verder concluderen dat het zeer belangrijk is dat er een normale anatomie bestaat van het diaphragma en van de verbindingen tussen diaphragma, slokdarm en maag. Hierbij moet de linkerzijde van de spierlus van het diaphragma, welke de slokdarm omgeeft, intact zijn, en gelegen zijn in de incisura cardiaca.

Vrij algemeen wordt het *ventiel- of klepmechanisme* van de cardia van belang geacht voor de normale afsluiting tussen slokdarm en maag.

Voor het functionneren van de „klep" stelt men 2 factoren verantwoordelijk. De eerste factor is de scherpe hoek tussen de slokdarm en de maag, welke onderhouden wordt door het eigen weefsel van het cardiagebied, de fibrae obliquae van de maag en door de koepels en de crura van het diaphragma. De tweede factor is een plooi van

de maagmucosa, de plica cardiaca, die de maag van de slokdarm zou afsluiten. Het bestaan van deze plooi is moeilijk aan te tonen en de localisatie ervan wordt verschillend opgegeven. Verder is het onbekend of de plooi zuiver passief zijn functie vervult of dat er bewegingen door de werking van de muscularis mucosae mogelijk zijn.

De klepwerking zou tot stand komen onder invloed van drukverschillen tussen het lumen van de slokdarm en de maag, welke ook worden beschreven.

Tenslotte speelt de zwaartekracht nog een rol bij het cardiamechanisme.

Teneinde nog op andere wijze enig licht te werpen op het cardiamechanisme volgde in hoofdstuk IV een opsomming van de omstandigheden waarin men, voornamelijk in de kliniek, cardiainsufficiëntie heeft gevonden. Deze insufficiëntie is voor de clinicus belangrijk omdat hierdoor ernstige slokdarmcomplicaties kunnen ontstaan. Daarom wordt het verband tussen regurgitatie van maaginhoud en deze complicaties ook in dit hoofdstuk beschreven, en het blijkt dat hierbij nog tal van problemen onopgelost zijn.

Nadat in hoofdstuk V nog enkele opmerkingen zijn gemaakt over het opengaan van de cardia, worden in hoofdstuk VI de slokdarmperistaltiek en enkele bewegingen in het cardiagebied, waarvan de betekenis nog niet geheel duidelijk is, besproken. Men zou hieruit kunnen opmaken dat het cardiagebied zich bij passage van voedsel anders gedraagt dan het erboven liggende deel van de slokdarm. Onzeker is tot nu toe of de peristaltiekgolven tot de hoogte van het diaphragma of tot de incisura cardiaca voortschrijden.

Uit het bovenstaande blijkt wel duidelijk dat de werking van het cardiamechanisme nog niet geheel is opgehelderd en dat waarschijnlijk wel meer factoren verantwoordelijk gesteld moeten worden voor de afsluiting tussen de slokdarm en de maag. Daar de tot nu toe gevolgde onderzoekmethoden weinig nieuwe gegevens in het vooruitzicht stelden, hebben wij door middel van Röntgencinematographie en endoscopie van het cardiagebied de bewegingen hiervan bestudeerd, dus juist datgene waarover nog slechts weinig bekend is. Het resultaat van dit onderzoek wordt in *deel 2* vermeld. Daarnaast wordt op grond van enkele andere proeven op de meeste van de hierboven gerezen vraagstukken nader ingegaan.

De samenvatting van de literatuurgegevens en van onze experimenten vindt men tenslotte in *deel 3*.

DEEL 2
EIGEN ONDERZOEK

HOOFDSTUK VII

MACROSCOPISCH ONDERZOEK VAN DE ANATOMIE VAN HET CARDIAGEBIED EN OMGEVING

Ten gevolge van de tegenstrijdigheid der gegevens uit de literatuur deed zich de behoefte gevoelen zelf een indruk te verkrijgen van de anatomie van het cardiagebied en omgeving.

In totaal werden 31 praeparaten onderzocht, afkomstig van individuën van 0—88 jaar oud (gemiddeld 55 jaar), waaronder 12 van vrouwen en 19 van mannen. Bij de sectie werd zorg gedragen de slokdarm met de maag en het omliggende gebied in zijn geheel los te praepareren. Het praeparaat bestond dan óók uit het diaphragma, met de crura medialia, de aorta en de bedekking met pleura en peritoneum.

In de eerste plaats ging de belangstelling uit naar de betekenis van het antrum cardiacum, daar hieraan wel een speciale functie wordt toegekend. In verband hiermede werd de plaats van de onderste engte bepaald ten opzichte van het diaphragma, en tevens de afstand gemeten, waarover de slokdarm naar boven en naar beneden verschuifbaar is in de hiatus oesophageus.

Enkele factoren welke tevens van belang worden geacht voor het ontstaan van cardia-insufficiëntie werden mede onderzocht: de lengte van de pars abdominalis oesophagi, de uitbreiding van de plica gastrophrenica en de steunende subdiaphragmale vetring om de slokdarm.

Ook werd bepaald de afstand tussen de ondergrens van het slokdarmepitheel en de incisura cardiaca resp. de hiatus oesophageus, waarbij gelet werd op de aanwezigheid van een mucosaklep en op de lengte van de uitlopers van de maagmucosa in de slokdarm. Dat niet steeds al deze gegevens bij elk praeparaat vastgesteld konden worden, wordt veroorzaakt door de postmortale veranderingen die soms beoordeling onmogelijk maakten of door het feit dat wij het praeparaat niet verder hebben ontleed teneinde nog microscopisch onderzoek mogelijk te maken.

HET ANTRUM CARDIACUM

Bij slechts 6 van 30 gevallen was dit niet aantoonbaar; 9 praeparaten vertoonden duidelijk een antrum cardiacum, terwijl dit in de overige 15 gevallen gemakkelijk zichtbaar werd na opspuiting van het slok-

darm-maag praeparaat met water onder een druk van ongeveer 20 cm water. Deze laatste groep van 15 werd gemiddeld 19 uur na het intreden van de dood onderzocht (4—44 uur). De praeparaten, welke zonder opspuiten al een antrum cardiacum vertoonden, zijn na gemiddeld 29 uur onderzocht (5—72 uur).

Het aspect van het antrum cardiacum kan men het best in figuur 2 beoordelen. Meestal is de rechter zijwand meer gedilateerd dan de linker. Dit feit zagen wij niet eerder vermeld. De verklaring hiervoor is wellicht dat de rechter zijde van de pars abdominalis oesophagi geen steun ontvangt van omgevend weefsel, daar hier alleen peritoneumbekleding aanwezig is, in tegenstelling tot de linker zijwand. Bovendien wordt links steun gegeven door de fibrae obliquae.

De bovengrens van het antrum cardiacum wordt gevormd door de onderste engte. Deze *bovengrens* ligt onder, ter hoogte van of boven het niveau van het diaphragma. De *ondergrens* van het antrum cardiacum ligt bij de incisura cardiaca. Aan de rechter zijde is vaak een duidelijke afgrenzing met het begin van de kleine curvatuur van de maag.

De hoogte van het antrum cardiacum bedroeg gemiddeld 3,3 cm (1,5—4,7 cm). De breedte stond in zekere relatie tot de breedte van de slokdarm. Gemiddeld was het antrum cardiacum 1,7 maal zo breed als de erboven liggende slokdarm (1,2—2,7).

DE ONDERSTE ENGTE

De onderste engte was in 13 gevallen slechts als zodanig herkenbaar omdat deze de bovengrens vormde van het wijdere antrum cardiacum. Bij 14 praeparaten was de diameter kleiner dan die van het erboven gelegen slokdarmgedeelte, doch meestal was dit verschil gering (fig. 2).

Men heeft deze onderste engte ook de naam sulcus hiaticus gegeven, in de veronderstelling dat deze groeve een gevolg is van druk door het diaphragma op deze plaats. Het blijkt echter dat de onderste engte (als bovengrens van het antrum cardiacum of als werkelijke insnoering) op verschillende hoogte ten opzichte van het diaphragma kan liggen: 22 maal was de engte boven het diaphragma gelegen op een afstand van gemiddeld 1,6 cm ($\frac{1}{2}$—3 cm); bij 4 praeparaten lag de onderste engte ter hoogte van het diaphragma en in 1 geval 1 cm eronder.

VERSCHUIFBAARHEID VAN DE SLOKDARM TEN OPZICHTE VAN HET DIAPHRAGMA

Deze verschuifbaarheid werd bepaald door tractie in longitudinale richting aan de slokdarm naar boven en naar beneden, waarbij het diaphragma met pincetten dwars op deze richting werd gefixeerd. Deze methode is zonder twijfel een zeer grove en subjectieve, doch diende slechts om een indruk te verkrijgen van de verschuifbaarheid van de slokdarm in de hiatus oesophageus.

fig 2

O = het antrum card.

onderste engte

niveau van het diaphragma

incisura cardiaca

omslagplooi van de
plica gastrophrenica

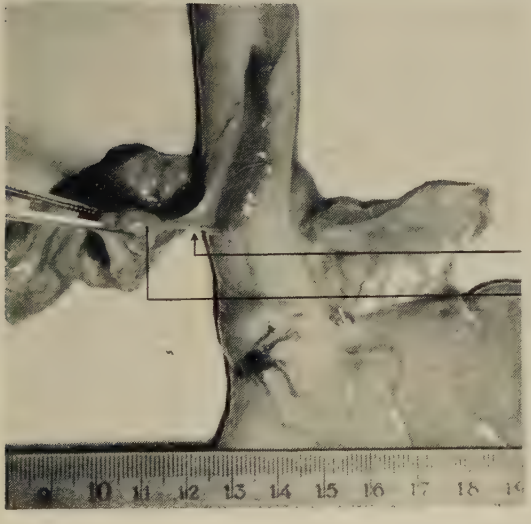


fig 3

ligamentum
phrenico-oesophageum

diaphragma

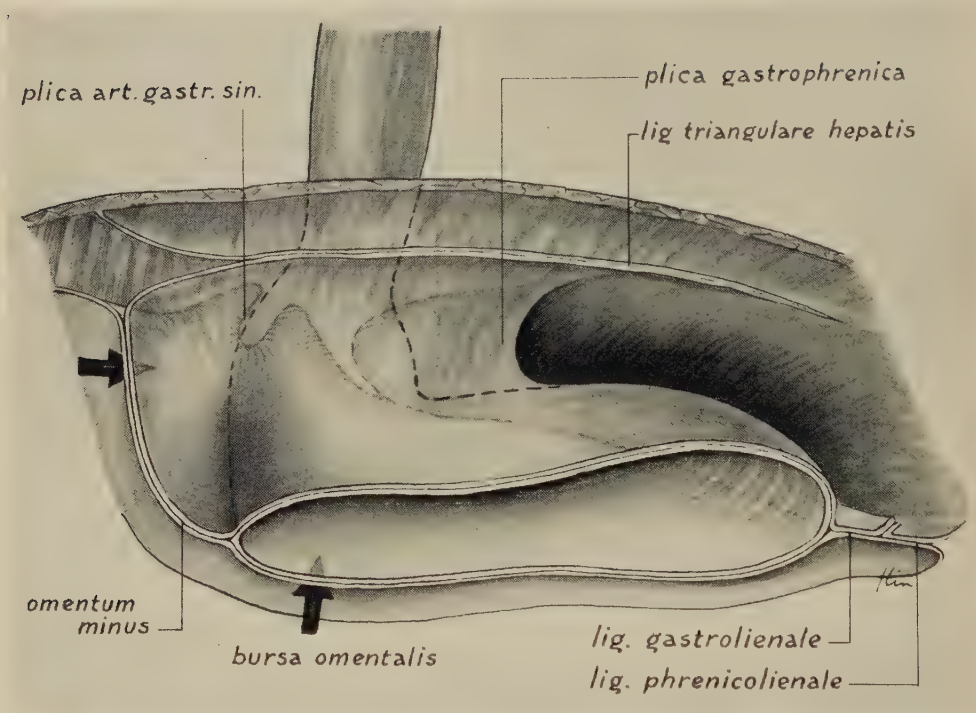


Fig. 4
Anatomische verhoudingen rond het cardiagebied.

De slokdarm bleek naar boven en naar beneden ongeveer even ver bewogen te kunnen worden over een gemiddelde afstand van resp. 1,8 en 1,6 cm.

Het ligamentum phrenico-oesophageum, dat deze beweging remt, is meestal na vrij-praepareren van pleura, peritoneum en omgevend weefsel duidelijk te zien als een bindweefselverbinding tussen slokdarm en diaphragma (fig. 3). In het vrijgemaakte praeparaat is de verschuivingsmogelijkheid echter groter geworden en wij menen dus, dat ook de pleura en de peritoneumbekleding medewerken aan de fixatie van de slokdarm aan het diaphragma.

DE PLICA GASTRO-PHRENICA

Het is merkwaardig dat deze plooi in de anatomische en chirurgische literatuur, voor zover wij hebben kunnen nagaan, niet genoemd wordt, terwijl hij toch duidelijk aantoonbaar is en haast nooit ontbreekt. Wij hebben daarom de plooi in fig. 4 en 5 weergegeven en hem plica gastro-phrenica genoemd.

Het peritoneum, dat de maag aan de voorzijde bedekt, ontmoet bij de grote curvatuur het peritoneum van de achterzijde van de maag, dat is dus de voorste wand van de bursa omentalis. Tezamen vormen deze 2 bladen aan de linkerzijde van de maag het ligamentum gastro-phrenicum. Op de plaats, waar dit laatste ligament uiteen gedrongen is door de aanwezigheid van de milt, wordt het onderscheiden in het ligamentum gastro-lienale en phreno-lienale.

De plica gastro-phrenica bestaat uit een plooi in het peritoneum, dat van de voorzijde van de maag afkomstig is. Deze plooi ligt in de hoek tussen het abdominale deel van de slokdarm en de maagfundus, en verbindt deze laatste met het diaphragma. Men kan zich voorstellen dat dit ligament mede de scherpe hoek tussen slokdarm en maag onderhoudt.

Bij 27 praeparaten was de plica 23 maal aanwezig. De afstand van rechts naar links waarover de maag door deze plooi met het diaphragma verbonden was bedroeg gemiddeld 3,2 cm (0—7 cm). Het ligament ontbrak bij de beide pasgeborenen, bij een patiënt met een hiatus hernia en bij een man van 84 jaar.

LENGTE VAN DE PARS ABDOMINALIS OESOPHAGI

Deze lengte kan eerst dan worden gemeten wanneer men het omgevende subdiaphragmale vet- en bindweefsel heeft afgepraepareerd. Hierna komt de pars abdominalis, welke tevoren vaak niet scheen te bestaan, pas te voorschijn. De gemiddelde lengte bij volwassenen bedroeg 2 cm ($\frac{1}{2}$—4 cm), bij de 2 pasgeborenen $\frac{1}{2}$ cm.

HET SUBDIAPHRAGMALE VETKUSSEN

Dit is het vet- en bindweefsel, dat soms in aanzienlijke hoeveelheid aanwezig is tussen het abdominale deel van de slokdarm en het diaphragma. Het kussen wordt aan de voorzijde door het peritoneum van de buikholte gescheiden. Atrophie van het vetkussen zou het ontstaan van een hiatus hernia kunnen bevorderen.

Het vetkussen was in alle gevallen min of meer aanwezig. Een maat hiervoor aan te geven was ons onmogelijk.

DE ONDERGRENS VAN HET SLOKDARMEPITHEEL

Zoals men weet is deze grens scherp, en macroscopisch zichtbaar als een gekartelde lijn. De uitlopers van het slokdarmepitheel zijn

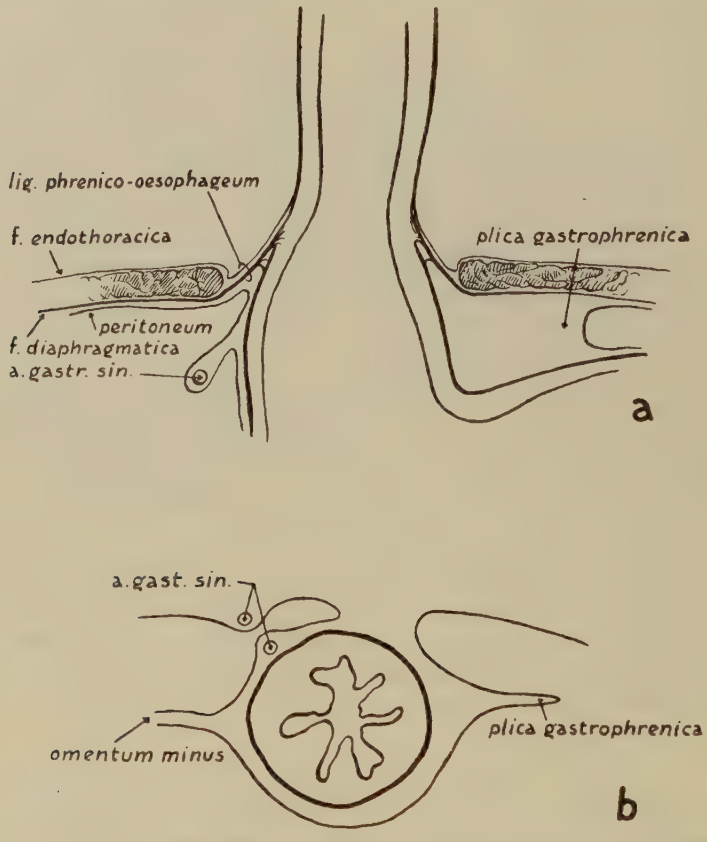


Fig. 5

a) Frontale doorsnede door het cardiagebied, waarbij de bursa omentalis is getroffen. De pleura is niet aangegeven.

b) Dwarse doorsnede door het cardiagebied caudaal van de plica arteriae gastricae sinistrae.

vrijwel steeds ongeveer $\frac{1}{2}$ cm lang. Slechts in 2 van onze gevallen bedroeg hun lengte 1 cm.

De epitheelgrens werd 14 maal ter hoogte van de incisura cardiaca gevonden en 9 maal boven dit niveau, op een afstand van gemiddeld 1 cm ($\frac{1}{2}$—$2\frac{1}{2}$). Bij 2 praeparaten was de grens $\frac{1}{2}$ cm onder de incisura cardiaca gelocaliseerd.

Mèt de variatie in lengte van de subdiaphragmale slokdarm en de verschillen in localisatie van de epitheelovergang hierin, bleek natuurlijk ook de afstand van deze overgang tot het diaphragma te wisselen. Deze afstand bedroeg gemiddeld 1,7 cm ($\frac{1}{2}$—4 cm).

KLEP OF MUCOSAPLOOI

Een plooi van maagslijmvlies, welke de maag kan afsluiten van de slokdarm, was slechts 2 maal min of meer aanwezig: 1 maal aan de achterzijde en aan de funduskant van de cardia-opening, en 1 maal aan de achterzijde en aan de kant van de kleine curvatuur. Het verlies aan mucosaplooien in deze praeparaten maakte duidelijk dat men liefst tijdens het leven of anders zeer kort na het intreden van de dood de binnenzijde van de maag zou moeten inspecteren om het bestaan van een plooi of klep vast te stellen.

Men kan zich nu afvragen of bovenstaande gegevens conclusies wettigen aangaande de betekenis van het antrum cardiacum.

In de eerste plaats kan men opmerken dat de aanwezigheid van een antrum cardiacum bij 24 van de 28 praeparaten van volwassenen inhoudt, dat hieraan geen pathologische betekenis gehecht moet worden.

Uiteraard geldt dit slechts voor anatomisch onderzoek. In hoeverre een Röntgenologisch aantoonbaar antrum cardiacum pathologische betekenis heeft, laten wij hier in het midden.

Men heeft verondersteld dat het antrum cardiacum pas op oudere leeftijd zou ontstaan door verslapping van het omgevende fixerende en steunende weefsel. Hiertegen pleit dat wij het verschijnsel hebben aangetroffen bij 4 van de 6 volwassenen onder de 45 jaar. Het is echter wel mogelijk dat het antrum cardiacum groter wordt tijdens het leven: de grote antra cardiaca, waarbij de diameter ten minste 2 maal zo groot was als die van de slokdarm, vonden wij 8 maal boven de 60 jaar en slechts 1 maal bij jongere leeftijd.

Hoe hoger en breder het antrum cardiacum, des te groter natuurlijk het stuk van de slokdarm, dat hierin is opgenomen. Bij een groot antrum cardiacum lag dan ook de onderste engte in het algemeen hoger boven het diaphragma dan bij een klein.

Men kan op grond van deze gegevens tot de volgende hypothese komen: het antrum cardiacum komt al tussen het 20ste en 30ste jaar voor. In de loop van het leven kan het groter worden, met dien verstande

dat een groter gedeelte van de slokdarmwand erin wordt opgenomen. Waarom bij het ene individu wel een antrum cardiacum bestaat en bij een ander niet blijft onbekend, evenals de factoren, welke tot een groter worden van het antrum cardiacum aanleiding geven.

Een antrum cardiacum zou vaak in combinatie voorkomen met een grotere verschuifbaarheid van de slokdarm in de hiatus. Wat ons materiaal betreft kan hierover het volgende worden opgemerkt: verdeelt men de onderzochte praeparaten in 2 groepen, waarvan de ene geen antrum cardiacum heeft of een antrum met een diameter kleiner dan 1½ maal de diameter van de slokdarm (totaal 11 gevallen), en de andere groep een groter antrum cardiacum (totaal 13 gevallen), dan blijkt dat in de eerste groep de slokdarm 2 mm minder naar boven en 2 mm minder naar beneden verschuifbaar is dan in de 2e groep. Men mag hieruit concluderen dat een grotere verschuifbaarheid van de slokdarm geen rol speelt bij het ontstaan van het antrum cardiacum.

Wij hebben nog nagegaan in hoeverre het voorkomen van een smalle of brede plica gastro-phrenica samenhing met een groot of klein antrum cardiacum. Een bepaalde samenhang bleek echter niet te bestaan.

Evenmin kon verband gelegd worden tussen de lengte van de pars abdominalis oesophagi en de omvang van het antrum cardiacum.

Het subdiaphragmale vetkussen was zowel bij grote als kleine antra cardiaca aanwezig.

Concluderend kan men zeggen, dat het antrum cardiacum anatomisch zeer vaak voorkomt bij volwassenen van alle leeftijden. Het is mogelijk, dat het zich naar boven uitbreidt op oudere leeftijd. Een abnormale beweeglijkheid van de slokdarm ten opzichte van het diaphragma werd in die gevallen niet gevonden.

De oorzaak van het *ontstaan* van het antrum cardiacum blijft nog onbekend. Het is mogelijk dat de vorm en de ontwikkeling van het diaphragma hierbij een rol spelen. Wij hebben getracht deze factoren te onderzoeken, doch het is gebleken dat het niet mogelijk is aan de hand van praeparaten tot conclusies te komen. Men zou hiervoor een onderzoek moeten doen op een aantal cadavers.

SAMENVATTING

Bij 31 praeparaten werd de macroscopische anatomie van de slokdarmverwijdingen en -vernauwingen en van de verbindingen tussen het cardiagebied en het diaphragma bestudeerd. Hierbij viel het bestaan op van een peritoneale verbinding, die hier plica gastrophrenica is genoemd (fig. 4). De grens tussen slokdarm- en maagepitheel ligt meestal ter hoogte van de incisura cardiaca, doch kan ook erboven of eronder liggen.

Een anatomisch aantoonbaar antrum cardiacum heeft geen pathologische betekenis. Het gaat niet samen met een grotere verschuifbaarheid van de slokdarm ten opzichte van het diaphragma. De oorzaak van het ontstaan van het antrum cardiacum is onbekend.

HOOFDSTUK VIII

MICROSCOPISCH ONDERZOEK VAN DE ANATOMIE VAN HET CARDIAGEBIED EN OMGEVING

Het doel van dit onderzoek was een studie te maken van de anatomische elementen, welke van belang kunnen zijn voor een goed afsluitingsmechanisme, en die te klein zijn om met het blote oog waargenomen te worden.

De volgende vragen deden zich voor:

1. Is er een sphincter in het cardiagebied aantoonbaar?
2. Hoe verloopt het ligamentum phrenico-oesophageum, waaruit bestaat het, en is het een belangrijk ligament?
3. Waaruit bestaat de plica gastro-phrenica?
4. Hoe is de samenhang van de arteria gastrica sinistra met het cardiagebied?
5. Zijn er mucosaplooien welke de slokdarm van de maag scheiden?

Het gehele slokdarm-maagpraeparaat werd, tezamen met het omgevende diaphragma en de bekleding van peritoneum en pleura, opgehangen in een statief, waarbij het diaphragma uitgespannen kon worden en de natuurlijke topographische verhoudingen van de delen onderling zo goed mogelijk werden bewaard. Op deze wijze opgehangen, werd het praeparaat in 4 % formaline gefixeerd. Hierna werden de overtollige weefselstukken verwijderd en de rest ingebed in celloidine, vervolgens in serie gesneden in frontale coupes en gekleurd met haematoxiline-eosine of met de kleuring volgens Von Gieson om het bindweefsel goed zichtbaar te maken.

Het onderzochte *materiaal* bestond uit 7 praeparaten, afkomstig van:

2 pasgeborenen;

1 jonge man van 17 jaar; overleden aan een aorta-insufficiëntie (fig. 6);

1 man van 72 jaar met een groot antrum cardiacum; overleden aan uraemie, diabetes en sepsis;

1 vrouw van 75 jaar met een hiatus hernia welke reeds voor de dood was gediagnostiseerd; overleden aan decompensatio cordis door een mitralis vitium (fig. 7);

2 gezonde honden.

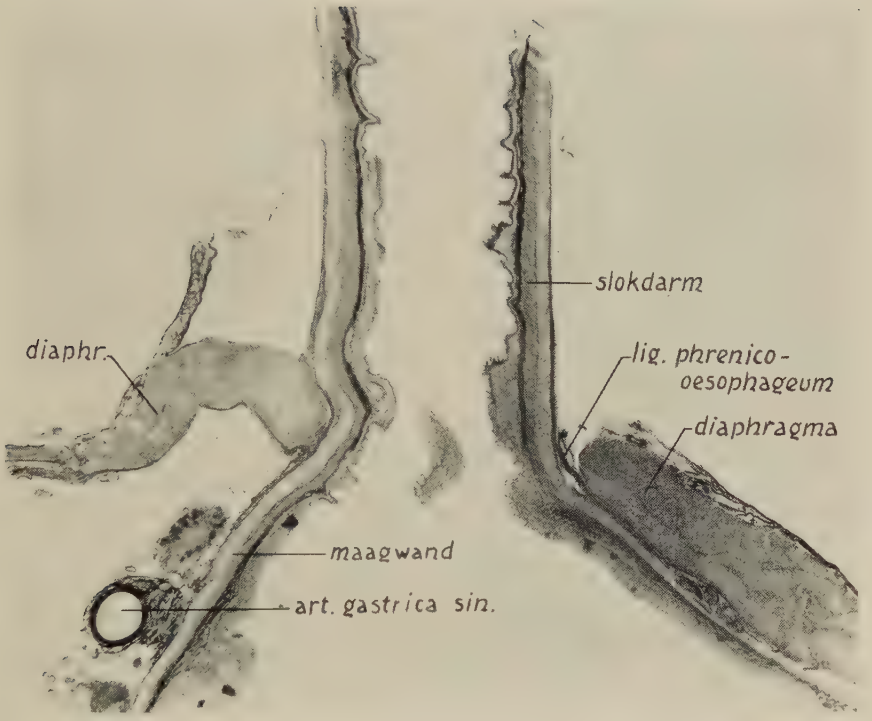


Fig. 6

Frontale coupe door het cardiagebied van een patiënt van 17 jaar. Het diaphragma is stevig verbonden aan de slokdarm door het ligamentum phrenico-oesophageum. Een musculaire sphincter is niet aantoonbaar. De arteria gastrica sinistra is aan de maagwand bevestigd.

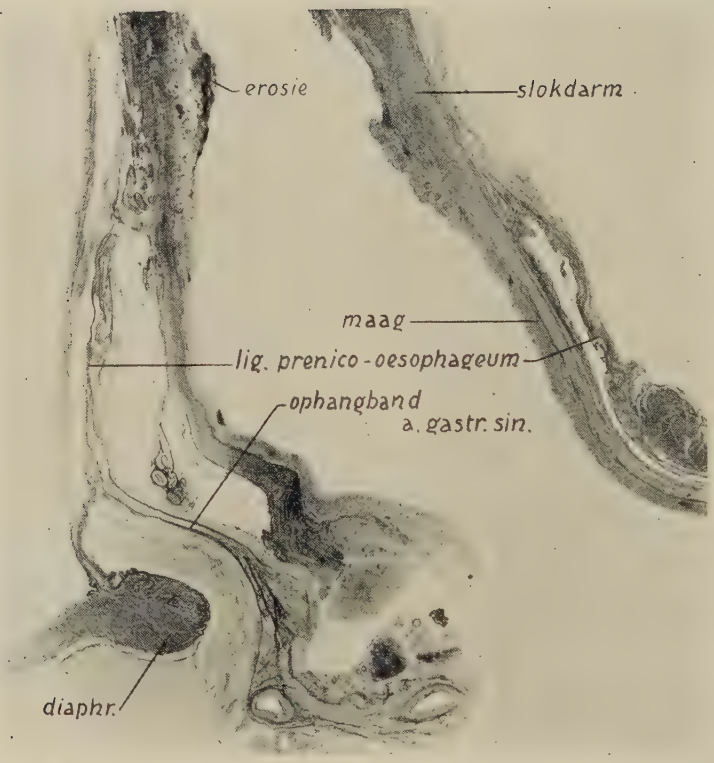


Fig. 7

Frontale coupe door het cardiagebied van een patiënte met een hiatus hernia. Het ligamentum phrenico-oesophageum is veel langer dan normaal, doch niet atrophisch. De arteria gastrica sinistra wordt door een bindweefselbandje verbonden met het ligamentum phrenico-oesophageum. Een erosie in het slokdarmepitheel is aanwezig als gevolg van een insufficiënte cardiawerking.

Dit onderzoek leverde de volgende *resultaten* op:

1. In geen der praeparaten is een *musculaire sphincter* aangetoond op welke hoogte van het onderste deel van de slokdarm dan ook. Wanneer de frontale snede echter niet zuiver evenwijdig loopt aan de lengteas van de slokdarm en men bijv. in het cardiagebied dichter bij voor- of achterwand gesneden heeft dan daarboven, ontstaan beelden welke het bestaan van een sphincter suggereren. Misschien dat hierop de waarnemingen berustten van hen, die meenden wel een sphincter aangetroffen te hebben.

2. Het *ligamentum phrenico-oesophageum* is een voortzetting van de fascie welke onder het diaphragma bestaat (fig. 6). Het is een duidelijk doch dun bindweefselblad, dat voornamelijk insereert aan de slokdarm ter hoogte van of 1 à 2 cm boven het diaphragma. In enkele coupes was duidelijk de insertie aan de lengtemusculatuur van de slokdarm zichtbaar. Spiervezels hebben wij in het ligament niet waargenomen. Een gedeelte van de vezels begeeft zich naar onderen en vormt een verbinding met de abdominale slokdarm. De fascie, welke óp het diaphragma is gelegen, levert een enkele maal ook enige strengetjes aan het ligament, doch deze zijn minder constant en dunner van afmeting. Achter de slokdarm komen de componenten van het ligament van rechts en links bij elkaar. Zo wordt er achter de slokdarm tussen de beide delen van de musculaire lus van het diaphragma, die de slokdarm omgeeft, een bindweefselplaatje gevormd.

Ook bij de pasgeborenen was het ligament duidelijk aanwezig.

De patiënt met het *antrum cardiacum* had als enige bijzonderheid, dat de subdiaphragmale fascie en het hieruit ontspringende deel van het ligamentum phrenico-oesophageum rechts veel krachtiger ontwikkeld waren dan links. Hoewel dun, was het ligament niet uitgerekt en insereerde op de gewone plaats $\frac{1}{2}$—1 cm boven het diaphragma. Zeker was het dat de insertie niet plaats vond aan de bovengrens van het antrum (dit is de onderste engte) die 2 cm hoger lag.

Het praeparaat met de *hernia diaphragmatica* vertoonde een ligamentum phrenico-oesophageum, dat zeer sterk was uitgerekt, vooral aan de voorzijde, en dat insereerde ter hoogte van de epitheelovergang van slokdarm en maag (fig. 7).

Bij de hondenpraeparaten was eveneens een duidelijk ligament aanwezig, dat zowel van boven als van onder het diaphragma afkomstig was.

3. De *plica gastro-phrenica* (blz. 51) is een ophangband, waarvan voor- en achterzijde bestaan uit peritoneum. Hierbinnen is een homogene hoeveelheid losmazig bindweefsel aanwezig, dat zich niet verdicht tot een band. Bij het praeparaat van de man van 17 jaar was de plica 5 cm breed en zeer kort, zodat de maag vrij stevig aan het diaphragma gefixeerd scheen. Het praeparaat met het antrum cardiacum had een

smal en dun ligament; bij de hernia diaphragmatica was het niet terug te vinden, evenmin bij de beide pasgeborenen.

4. De *arteria gastrica sinistra*, komend van de retroperitoneale ruimte, trekt in de boog die hij maakt over de bovenste omslagplooi van de bursa omentalis, het peritoneum iets naar beneden in de ruimte van de bursa omentalis (zie fig. 4) en vormt zo de plica van de arteria gastrica sinistra. Deze plica is duidelijk te zien in de serie-coupes.

De arterie is opgehangen aan enkele bindweefselstrengen die naar de maagwand verlopen, en zo de arterie aan de maag fixeren. Deze verhouding was steeds aanwezig, behalve bij het praeparaat met de hiatus hernia.

Opvallend was dat de ophangband van de arterie bij het praeparaat met het antrum cardiacum niet alleen insereerde aan de maag, maar ook aan het ligamentum phrenico-oesophageum. Bij het praeparaat van de hernia diaphragmatica was de arterie uitsluitend aan dit laatste ligament opgehangen (fig. 7). Zoals men weet wordt een abnormaal verloop van de arterie door Barrett [21] verantwoordelijk gesteld voor het ontstaan van de hernia diaphragmatica en een nader onderzoek naar de variaties in de wijze van ophanging en verloop van de arteria gastrica sinistra lijkt ons, na de boven beschreven vondsten, zeker gewettigd.

5. *Mucosaplooien*, welke de maag van de slokdarm afsluiten, konden wij niet aantonen, doch evenmin het bestaan ervan uitsluiten, daar men hiervoor waarschijnlijk zeer verse praeparaten in situ moet fixeren. In onze serie-coupes lag de cardia wijd open, wellicht omdat in het praeparaat de crura minder stevig de slokdarm omsloten dan tijdens het leven het geval was geweest.

De musculatuur van het diaphragma bij de pasgeborenen, bij de man van 17 jaar en vooral bij de honden was krachtiger ontwikkeld dan bij de oude individuën.

CONCLUSIES

Anatomisch bestaat er geen musculaire sphincter in het cardiagebied. Het ligamentum phrenico-oesophageum is een duidelijke, doch dunne bindweefselmembraan, welke vooral voortkomt uit de subdiaphragmale fascie en zijn voornaamste insertie heeft aan de slokdarm even boven het diaphragma. De plica gastro-phrenica bevat geen banden van bindweefsel.

Merkwaardigerwijs was bij de praeparaten met een antrum cardiacum en met een hernia diaphragmatica de arteria gastrica sinistra door een bindweefsel verbinding opgehangen aan het ligamentum phrenico-oesophageum.

De hier beschreven anatomische structuren zijn bij de hond vergelijkbaar met die van de mens.

HOOFDSTUK IX

HET VERBAND TUSSEN DE ANATOMIE VAN HET CARDIAGEBIED EN HET VOORKOMEN VAN OESOPHAGITIS

Men kan zich afvragen hoe vaak bij normale personen tekenen van peptische inwerking van maagsap op het slokdarmepitheel microscopisch aantoonbaar zijn. Van deze zijde zou men het probleem van de afsluiting van de cardia kunnen benaderen. Indien in een bepaald aantal gevallen duidelijke pathologische veranderingen aanwezig zijn in de slokdarm, welke wijzen op cardia-insufficiëntie, zou men kunnen nagaan of hierbij ook de anatomische verhoudingen anders zijn dan in de gevallen waarbij deze veranderingen niet voorkomen. Natuurlijk zal men ook rekening moeten houden met de anamnese van de patiënten.

Wij hebben op deze wijze een oriënterend onderzoek verricht bij 9 praeparaten, afkomstig van patiënten zonder anamnese van braken, regurgitatie etc. Het tijdsverloop tussen overlijden en fixatie van het praeparaat liep niet belangrijk uiteen. Nadat op de gewone wijze de verschillende anatomische verhoudingen waren bepaald, werd een ongeveer 5 cm lange longitudinaal verlopende strook slokdarmwand mét een randje maagwand uitgesneden en gefixeerd. Van elk strookje werden op 3 verschillende hoogten coupes gesneden en op de aanwezigheid van oesophagitis onderzocht.

In 2 praeparaten was alleen normaal slokdarmslijmvlies aantoonbaar.

Een chronisch cellige ontsteking van de slokdarmmucosa werd in 4 gevallen gevonden. Een pathologische betekenis mag hier waarschijnlijk niet aan gehecht worden.

In de overige 3 gevallen was een acuut cellige ontsteking van de slokdarmmucosa aanwezig. Een echte peptische erosie werd bij 2 van deze 3 gevonden.

Het probleem was nu of deze laatste 3 gevallen zich door anatomische bijzonderheden onderscheidden van de overige.

Er bleek geen onderscheid te zijn in stevigheid van het ligamentum phrenico-oesophageum, beweeglijkheid van de slokdarm ten opzichte van het diaphragma, wijdte van de hiatus, aanwezigheid van een antrum cardiacum, breedte van de plica gastro-phrenica, en afstand tussen de epitheelgrens en het diaphragma of tussen epitheelgrens en incisura cardiaca.

Het enige opmerkelijke was het verschil in scherpte van de incisura cardiaca. Deze incisuur was tevoren door een tekening of foto vastgelegd, nadat al het omgevende weefsel van slokdarm en maag was afgepraepareerd en de maag matig met water was gevuld. Men kan aan zulk een praeparaat onmogelijk de oorspronkelijke hoek tussen slokdarm en maag terugvinden, doch wel beoordelen of er van een scherpe incisuur sprake is, of dat de bocht geleidelijk tot stand komt.

Een scherpe incisuur nu was aanwezig bij de 2 praeparaten zonder microscopische afwijkingen, en bij 2 van de 4 waarbij een chronisch cellige ontsteking werd gevonden.

Een belangrijk minder scherpe incisuur was aanwezig bij de overige 2 van deze groep en bij alle 3 de praeparaten met een acuut cellige ontsteking.

Het onderzoek was slechts ter oriëntatie opgezet. Toch menen wij hieruit het volgende te mogen concluderen:

1. oesophagitis als gevolg van peptische inwerking van maagsap op de slokdarm komt waarschijnlijk meer voor dan men meestal aanneemt;

2. de cardia-insufficiëntie, welke in zekere mate hierbij aanwezig is, staat mogelijk in verband met een verschil in scherpte van de incisura cardiaca;

3. een uitgebreidere studie van het verband tussen oesophagitis en anatomie van het cardiagebied zou wenselijk zijn *.

* Intussen is het resultaat van een onderzoek bij 500 in het ziekenhuis overleden patiënten gepubliceerd door Lodge. In 31 % van dit aantal patiënten was een acute oesophagitis aanwezig. Bij 100 buiten het ziekenhuis en plotseling overleden patiënten was het aantal slechts 3 %. Verantwoordelijk voor de ontsteking werden gesteld: achteroverliggen in bed, verslapping van het diaphragma, braken, gebruik van een maagslang en weerstandsvermindering van het slokdarmslijmvlies. De anatomische verhoudingen van het cardiagebied zijn hierbij niet onderzocht.

HOOFDSTUK X

BEWEGINGEN VAN HET ONDERSTE GEDEELTE VAN DE SLOKDARM ONDER NORMALE OMSTANDIGHEDEN

Het doel van dit onderzoek was de bewegingen van het onderste deel van de slokdarm onder normale en pathologische omstandigheden (resp. Hoofdstuk X en XII) te leren kennen, in de hoop hieruit iets meer te weten te komen omtrent het afsluitingsmechanisme tussen de slokdarm en de maag. Deze bewegingen zijn feitelijk nog onbekend. Men heeft tot nu toe slechts indirecte en onvoldoende informatie verkregen via drukmetingen in het lumen van de slokdarm en bij Röntgendoorlichting tijdens voedselpassage.

De volgende vragen deden zich voor:

1. hoe zijn de normale bewegingen van de spierwand en van het slijmvlies tijdens voedselpassage?
2. verschilt het onderste 1 à 2 cm lange segment van de slokdarm in zijn bewegingen van het daarboven liggende gebied?
3. welke bewegingen worden gemaakt bij regurgitatie ten gevolge van pathologische toestanden (hernia diaphragmatica; na operatieve ingrepen)?

Teneinde dit te onderzoeken hebben wij van 2 methoden gebruik gemaakt:

A. Röntgencinematographie.

B. Endoscopie van de cardia via een maagfistel.

Deze methoden werden voornamelijk bij honden toegepast.

A. RÖNTGENCINEMATOGRAPHIE

METHODE

Het is bekend dat bij passage van voedsel door de slokdarm de bewegingen van de wand bij doorlichting slechts zichtbaar worden voorzover zij een impressie op het voedsel veroorzaken. Bovendien verlopen deze bewegingen te snel om ze op photo's te kunnen vastleggen. Teneinde het eerste bezwaar te ondervangen en de slokdarmwand zelf zichtbaar te maken hebben wij via een thoracotomie links het onderste deel van de slokdarm op verschillende hoogten gemerkt met loden kraaltjes van ongeveer 1 mm middellijn. Deze kogeltjes werden via een kleine incisie in de pleura met fijn atraumatisch materiaal buiten op de spierwand gehecht. Zij geven dus, tijdens

voedselpassage, de bewegingen weer van het onderliggende punt van de longitudinale spierlaag.

De musculaire lus van het diaphragma, welke de slokdarm omgeeft, werd eveneens van merktekens voorzien.

Daar men veronderstelt dat bij voedselpassage ook het slijmvlies bewegingen uitvoert, en daar bovendien dit slijmvlies van het cardiagebied steeds meer in de belangstelling komt te staan in verband met de afsluiting van de maag, hebben wij ook het slijmvlies van merktekens voorzien. Een methode, welke bij de diagnostiek van de hernia diaphragmatica reeds wordt toegepast, bestaat uit het plaatsen van kleine zilveren klipjes op de mucosa aan de zijde van het lumen van de

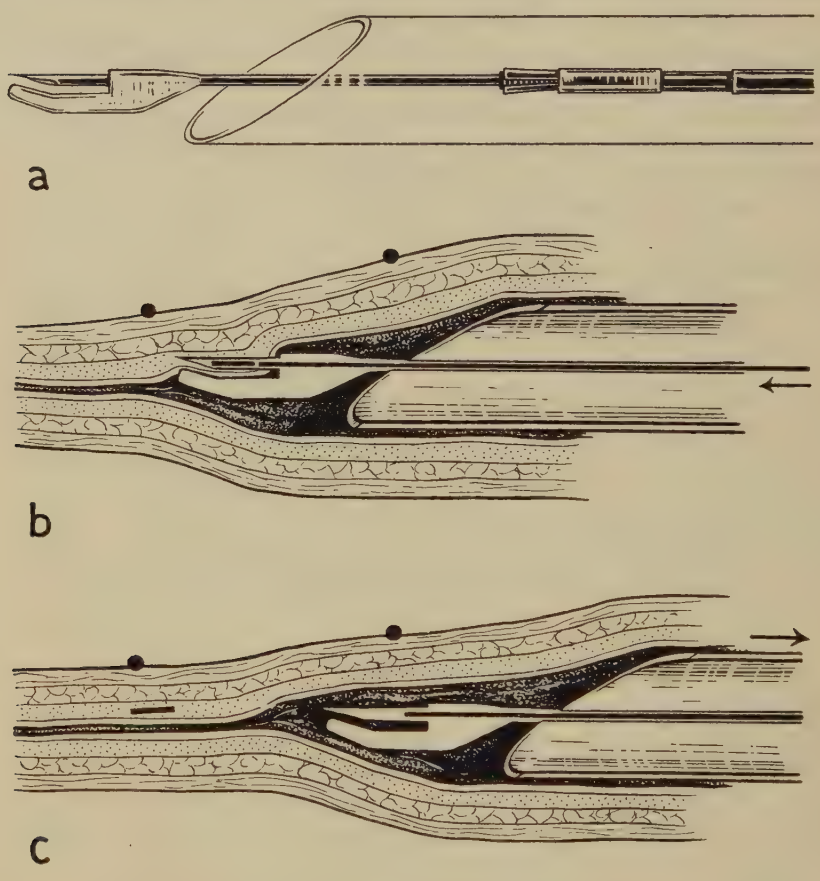


Fig. 8

Met een naald wordt door de oesophagoscoop een stukje zilverdraad juist in de submucosa van het onderste gebied van de slokdarm gebracht. Een beschermingskapje zorgt ervoor dat de naald precies in de goede laag terecht komt. Tevoren zijn loden kraaltjes op de longitudinale spierlaag gehecht via een thoracotomie.

slokdarm. Deze klipjes blijven echter meestal slechts enkele uren vast zitten en laten los bij voedselpassage.

Onze techniek bestond uit het plaatsen van 2—4 mm lange, rechte stukjes zilverdraad juist in de submucosa links in het onderste slokdarmgebied, zoals in figuur 8 is weergegeven. Deze methode werd alleen bij honden toegepast. Via een 80 cm lange oesophagoscoop wordt een naald door de mucosa heen gebracht in de submucosa van het onderste deel van de slokdarm. Daar er hierbij het gevaar bestaat niet precies in de goede laag terecht te komen, is een beschermingskapje op de naald bevestigd op een afstand welke gelijk is aan de dikte van de mucosa. In de naald bevindt zich het stukje zilverdraad, dat met een mandrijn naar voren wordt geschoven in de submucosa. Vervolgens wordt de naald teruggetrokken. Wij hebben vele malen na de dood van de hond de plaats van de stukjes zilver gecontroleerd. Deze bleken steeds in de submucosa te liggen. De weefselreactie er omheen was te verwaarlozen.

Bewegingen van de mucosa worden nu weergegeven door bewegingen van de stukjes zilver.

De bewegingen van het aldus met loden kogeltjes en stukjes zilver gemerkte stuk slokdarm werden tijdens Röntgendoorlichting bestudeerd en Röntgencinematographisch vastgelegd. Deze laatste techniek wordt nog slechts hoogst zelden toegepast en wij zullen er daarom even bij stilstaan.

Bij het filmen van beelden op het fluorescentiescherm tijdens doorlichting ontmoet men de moeilijkheid, dat het scherm te weinig licht afgeeft om de film in de camera voldoende te belichten. Deze moeilijkheid is op verschillende wijzen opgelost. De thans meest gebruikte methode bestaat hierin dat men een zeer lichtsterke lens voor de camera plaatst en de dosering Röntgenstralen zo hoog mogelijk opvoert en een 35 mm film gebruikt. Op deze wijze kunnen goede films worden verkregen [115]. De apparatuur is echter uitermate kostbaar en de tijdsduur van opname is beperkt omdat het object aan een aanzienlijke dosis Röntgenstralen is blootgesteld.

De electronische Röntgenbeeldversterker komt aan deze bezwaren tegemoet. In dit apparaat komt een aanzienlijke versterking van de helderheid van het doorlichtingsbeeld tot stand, waardoor het beeld ook bij een matige dosis Röntgenstralen kan worden vastgelegd op een film. Technische gegevens over de beeldversterker vindt men in de literatuuropgave [7, 166, 221]. Slechts een cirkelvormig veld van 13 cm middellijn kan worden opgenomen, doch dit was voor ons onderzoek groot genoeg. Achter elkaar stonden opgesteld: Röntgenbuis, object, beeldversterker en camera. Tussen de laatste twee was een klein prisma aangebracht zodat het te filmen beeld ook te zien was tijdens de opnamen. De beeldversterker was voorzien van een eenvoudige extra lens om filmopnamen mogelijk te maken. Wij maakten gebruik van een Cine Kodak special II camera en een speciaal voor groen gevoelige 16 mm film, Kodak R 55. De afstand tussen Röntgenbuis en beeldversterker bedroeg 1 m. Opnamen werden gemaakt met 8—15 m.A. en 80—100 K.V. met een aluminium filter van 0,5 mm dikte. Het focus was 1 × 1 mm. Voor de beeldversterker was een Lysholm met fijn raster aangebracht. Per seconde werden als regel 16 beeldjes opgenomen, een enkele maal 32. De tijdsduur per opname bedroeg 10—35 seconden.

Enkele beeldjes kan men, 8 maal vergroot, beoordelen in fig. 9. Vanzelf-

sprekend geeft een 35 mm film een beter photographisch resultaat, doch dit was voor ons doel niet noodzakelijk, terwijl er veel hogere kosten mee gemoeid zouden zijn geweest.

De gemaakte films werden bestudeerd in een Zeiss moviscoop. Hierin wordt de film met de hand afgedraaid en geprojecteerd op een matglas van 6 × 9 cm. Men kan naar believen de snelheid en richting van de film veranderen en òok elk beeldje afzonderlijk bestuderen.

De afstanden tussen de verschillende merktekens op en in de slokdarm werden op het matglas gemeten, en de veranderingen in deze afstanden nauwkeurig nagegaan. Daar de spierlus van het diaphragma ook was gemerkt zagen wij tevens de verandering in afstand tussen de verschillende punten van de slokdarm en de hiatus oesophageus.

Tijdens de opname bevond de slokdarm zich evenwijdig aan het doorlichtingsscherm zodat geen belangrijke projectiefouten kunnen zijn gemaakt. De opnamen werden van opzij gemaakt, met de hond in buikligging op een tafel. Een enkele maal werd een voor-achterwaartse film opgenomen.

Als contraststof werd als regel een halfvaste massa van gehakt met bariumsulfaat gebruikt, een enkele maal alleen een dun vloeibare suspensie van bariumsulfaat.

De honden ontvingen tevoren steeds een injectie van 50 mg largactil teneinde een zekere rust te waarborgen tijdens de filmopname. Het was ons gebleken dat dit geen effect had op de bewegingen van de slokdarm. Braken werd opgewekt met 10 mg apomorphine, intraveneus.

Verder werd in de meeste gevallen een pneumoperitoneum aangelegd met 100—200 cm^3 lucht. Hierdoor verdwenen hinderlijke schaduwen boven in de buik, terwijl wij geen veranderingen in de bewegingen van het onderste deel van de slokdarm konden constateren.

MATERIAAL

Het Röntgencinematographisch onderzoek betrof 133 honden met een gewicht van 14—28 kg.

De normale bewegingen, welke in het onderste gedeelte van de slokdarm tot 1 cm boven de hiatus plaats vinden, zijn tijdens voedselpassage 94 maal vastgelegd en bestudeerd bij 7 honden.

Het gebied tussen de incisura cardiaca en het niveau, dat 1 cm boven het diaphragma ligt, is moeilijk te benaderen. Om hierop kogeltjes te kunnen plaatsen moet eerst de verbinding tussen het diaphragma en de slokdarm worden losgemaakt en na afloop weer hersteld. Wij hebben dit bij 1 hond uitgevoerd, en in 26 voedselpassages de bewegingen van het cardiagebied bestudeerd. Bij 2 honden werd operatief een hernia diaphragmatica gemaakt. De voedselpassage werd

hierna 55 maal geobserveerd. In deze gevallen is het cardiagebied goed te zien en de bewegingen hiervan werden 37 maal vastgelegd.

Andere operaties bestonden uit: doorsnijden en weer hechten van de slokdarm even boven het diaphragma, supradiaphragmale oesophago-gastrostomie na resectie van het cardiagebied, cardiaplastiek volgens Gröndahl en mucosaplastiek volgens Watkins. Hierbij werden 48 maal de bewegingen bij passage van voedsel gefilmd.

In totaal werden 198 maal de bewegingen bestudeerd in het onderste slokdarmsegment onder normale en pathologische omstandigheden. In 49 gevallen werd hiervan door meting van de onderlinge afstanden tussen de verschillende merktekens een exacte indruk verkregen; 10 maal werd de passage graphisch voorgesteld. Voorbeelden hiervan ziet men in fig. 10, 19, 20 en 21.

Bewegingen van het cardiagebied tijdens het braken van een hond hebben wij 12 maal gefilmd.

RESULTATEN

Alvorens de bewegingen van de slokdarm tijdens voedselpassage te bestuderen, moeten hiervan onderscheiden worden de bewegingen van de slokdarm welke het gevolg zijn van de hartslag en van de ademhaling, daar deze vanzelfsprekend blijven bestaan tijdens voedselpassage en dan als zodanig herkend moeten worden.

I. Slokdarmbewegingen als gevolg van *de hartslag* hebben wij bij honden in liggende houding wel gezien, doch zij zijn niet aanwezig in de onderste 3 cm boven het diaphragma. Zij hebben geen invloed op de bewegingen van de slokdarm welke veroorzaakt worden door de voedselpassage.

II. De *ademhaling* veroorzaakt bij inspiratie een daling van de diaphragmaring ten opzichte van de wervels, welke 7—17 mm bedraagt. Het onderste deel van de slokdarm maakt deze beweging mee en wordt daarbij soms ook wat uitgerekt (5 à 10 % van de lengte). Een enkele maal ziet men bij inspiratie de dwarse afmeting ook iets toenemen.

III. De bewegingen van de slokdarm tijdens *voedselpassage* verdelen we in:

1. de slokdarmbewegingen welke plaats vinden tussen 1 en 8 cm boven het niveau van de hiatus oesophageus;

2. de bewegingen welke hieronder, tot aan de incisura cardiaca, worden waargenomen.

Om een inzicht te verkrijgen in de bewegingen van deze twee gebieden moet men ze onderscheiden in:

a. de beweging van een punt van de buitenwand van de slokdarm ten opzichte van de hiatus oesophageus;

b. de beweging van een punt van de mucosa ten opzichte van de hiatus oesophageus;

c. de beweging van een punt op de buitenwand van de slokdarm ten opzichte van een ander meer maagwaarts gelegen punt op de buitenwand. Dit is dus een verandering in lengte afmeting van een bepaald segmentje. Verder zal ook de verandering in dwarse afmeting van de buitenwand van de slokdarm worden onderscheiden.

1. *Bewegingen van de slokdarm, 1—8 cm boven de hiatus oesophageus.* Om deze bewegingen duidelijk te maken is van één passage een graphiek afgebeeld in fig. 10. Hieruit valt af te lezen welke bewegingen door de punten van buiten- en binnenwand van de slokdarm ten opzichte van het diaphragma en ten opzichte van elkaar worden uitgevoerd tijdens passage van voedsel. De gegevens voor deze graphieken werden verkregen door meting van de onderlinge afstanden tussen de merktekens op het geprojecteerde beeld van de film. Deze metingen werden om de 4 beeldjes verricht. Daar er 16 beeldjes per seconde zijn opgenomen, is telkens een situatie bestudeerd welke $\frac{1}{4}$ seconde na de vorige was ontstaan.

Enkele van de filmbeeldjes, waaruit deze curven zijn samengesteld, vindt men 8 maal vergroot in figuur 9. De ogenblikken, waarop deze photo's zijn gemaakt, kan men terugvinden in figuur 10.

Allereerst bezie men de photo no 1, waar de beginsituatie wordt weergegeven. In de schets, welke ter verduidelijking er naast is gemaakt, ziet men dat er 5 kogeltjes op de buitenwand van de slokdarm zijn bevestigd. Onder tegen het diaphragma is een grote kogel zichtbaar, welke dus de ondergrens van de hiatus aangeeft. Hieronder zijn nog 2 ronde schaduwen zichtbaar, welke niet terzake doen. Het zijn kogels, die in de incisura cardiaca gelegen zijn en op deze opname over elkaar heen zijn geprojecteerd. De 2 langwerpige strepen zijn stukjes zilverdraad, waarvan de meest oraal gelegene onder het laatste gedeelte van het slokdarmepitheel is geplaatst. Dit streepje interesseert ons bij de beoordeling van de verschuiving van het slijmvlies. Het meest aboraal gelegen stukje zilver ligt veel verder, onder de maagmucosa, en is hier niet van belang.

In de bijbehorende graphiek, fig. 10, is de tijd in seconden verticaal afgezet.

Curve 1 vertoont de afstandsverandering tussen het diaphragma en de kogels 3, 4 en 5, welke op de slokdarm zijn bevestigd. Ten einde deze curve te kunnen samenstellen is eerst gemeten de afstand tussen het diaphragma (grote kogel) en kogeltje 1, en de veranderingen in deze afstand tijdens voedselpassage. Daar kogeltje 3 zich op gelijke hoogte in de slokdarm bevindt als nr 1 hebben wij aangenomen, dat de afstandsveranderingen van nr 1 tot het diaphragma ook gelden voor nr 3. Deze veranderingen in de afstand tussen nr 3 en de hiatus kan men zien in de kromme onder het cijfer 3. Door het beginpunt

van deze kromme is een rechte lijn verticaal getrokken. Op de ogenblikken dat de kromme zich links van de rechte lijn bevindt, is het kogeltje verder van de hiatus verwijderd dan in de beginsituatie; bevindt de kromme zich rechts van de rechte lijn, dan is de afstand geringer dan in de beginsituatie. Wij zien hoe in de loop van enkele seconden het kogeltje zich eerst van de hiatus af beweegt, dan ernaar toe gaat en vervolgens langzaam weer op de oorspronkelijke plaats terugkomt.

De afstanden tussen de kogeltjes 3, 4 en 5 onderling werden ook gemeten en men ziet hun bewegingen eveneens afgebeeld, evenals de bewegingen van de mucosa, die gemerkt was met het submuceus aangebrachte stukje zilver, hetgeen op de photo's zichtbaar is. De langgerekte horizontale balkjes, welke men $2\frac{1}{4}$ seconden na het begin ziet verschijnen, geven de plaats van het voedsel aan ten opzichte van de kogeltjes.

In *curve 2* ziet men de verschuiving, die het stukje zilver onder de mucosa maakt ten opzichte van de kogeltjes op de buitenwand. Na passage is er een belangrijke verschuiving maagwaarts.

De onderlinge afstanden tussen de kogels 3 en 4, welke ook reeds in graphiek 1 waren verwerkt, ziet men in de *curve 3*; tussen de kogels 4 en 5 in *curve 4*.

Deze graphieken 1 t/m 4 hebben betrekking op afstandsveranderingen in longitudinale richting. Veranderingen in dwarse afmeting van de buitenwand van de slokdarm zijn gemeten tussen de kogeltjes 1 en 3, en tussen 2 en 4, en voorgesteld in de *curven 5 en 6*.

De *curve 7* geeft de respiratiebewegingen weer, die gemeten werden door de stand van de koepels van het diaphragma ten opzichte van het skelet te bepalen.

De in deze figuur beschreven waarden hebben slechts betrekking op één voedselpassage bij één hond. Per hond en ook bij verschillende grootten van de bolus zijn de gevonden waarden niet steeds dezelfde. Men ziet echter altijd hetzelfde schema van bewegingen hetwelk thans zal worden beschreven.

*

In de beweging van de slokdarm 1—8 cm boven het diaphragma tijdens voedselpassage onderscheiden wij 4 phasen.

1e phase: een punt van de buitenlaag verwijdert zich van het diaphragma. Duur: 1—$2\frac{1}{2}$ sec.

Men ziet in deze phase het volgende:

a. Buitenlaag

1—2 sec. vóórdat de voorzijde van het voedsel het punt heeft bereikt, is het begin van phase 1, gekenmerkt door een opstijgen van de

buitenlaag in orale richting. Het voedsel is dan nog 4—10 cm van het punt verwijderd. De verplaatsing is maximaal tijdens de passage van de 2e helft van de spijsbrok en bedraagt dan 2—6 mm ten opzichte van de beginstand. Dit is het einde van phase 1. Hoe verder het punt van het diaphragma af ligt, des te groter is de verplaatsing.

b. Binnenlaag
De binnenlaag maakt deze verschuiving mee, en er is dus geen verschuiving van de mucosa ten opzichte van de spierlaag.

c. Segment van de buitenlaag
Lengte-afmeting: wij moeten ons nu een segmentje slokdarm van 1 cm lengte voorstellen waarvan het begin met het onder *a* beschreven kogeltje en het einde met een ander kogeltje is gemerkt.

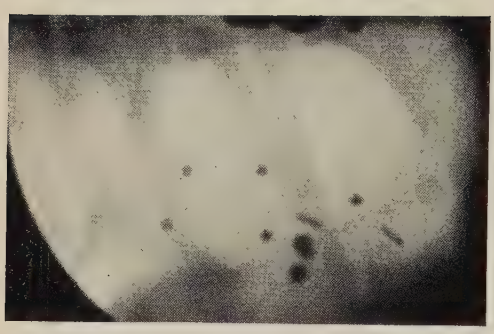
Het gehele segmentje komt in phase 1 verder van het diaphragma af te liggen (zie *a*) en wordt meestal ook langer, met een lengtetoename van 0—20 %. Het begin van deze verlenging vindt plaats nog voordat het voedsel het oraal gelegen kogeltje heeft bereikt, het einde van de verlenging valt samen met het einde van phase 1 of komt tot ½ sec. eerder. Het voedsel is dan voor ten minste de helft gepasseerd. Hierna treedt een verkorting op, welke in phase 2 besproken zal worden.

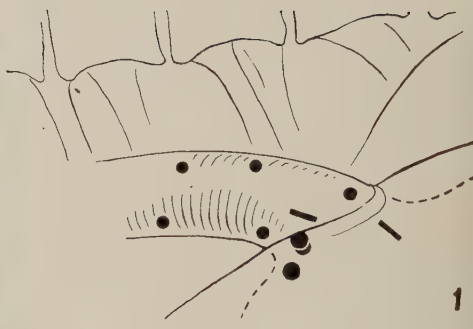
Dwarse afmeting: de dwarse afmeting blijft in phase 1 meestal gelijk. Soms wordt een geringe vernauwing waargenomen. Tijdens passage van voedsel ontstaat bij een grote spijsbrok een verwijding.

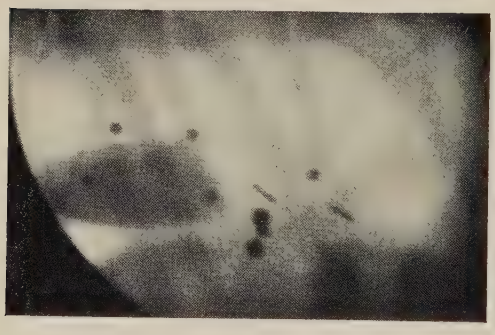
2e phase: het punt van de buitenlaag nadert het diaphragma. Duur: 1—1½ sec.

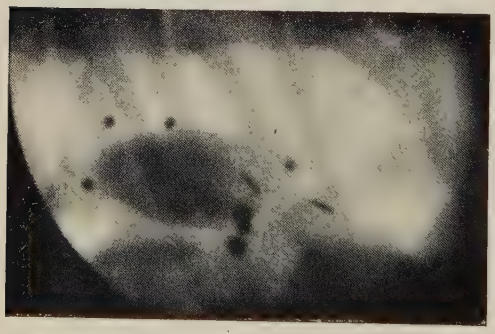
a. Buitenlaag
Tijdens passage van de tweede helft van het voedsel gaat het punt van de buitenlaag zich naar het diaphragma toe bewegen en bereikt na 1—1½ seconde zijn laagste positie, gemiddeld 6 (2—17) mm dichter bij de hiatus dan in de beginstand. Dit is het einde van de 2e phase. Het voedsel stroomt dan meestal al in de maag.

b. Binnenlaag
De mucosa is in deze phase ook maagwaarts verschoven. Het begin van deze beweging valt samen met het begin van de maagwaartse beweging van de buitenlaag. De laagste stand wordt echter door de binnenlaag in het algemeen ¼—½ seconde later bereikt dan door de buitenlaag. Tevens *verschuift* de mucosa geleidelijk ten opzichte van de buitenlaag in benedenwaartse richting. Deze verschuiving bedraagt tenslotte ongeveer 8 mm.









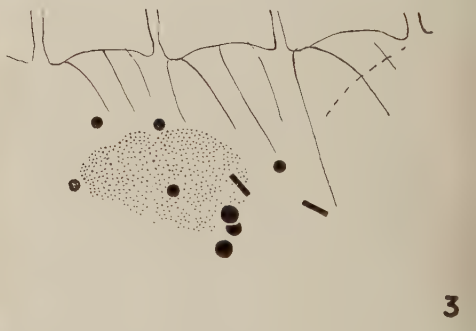
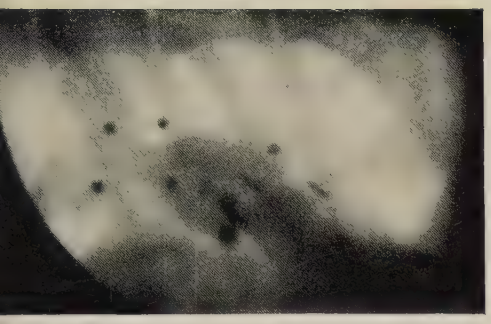
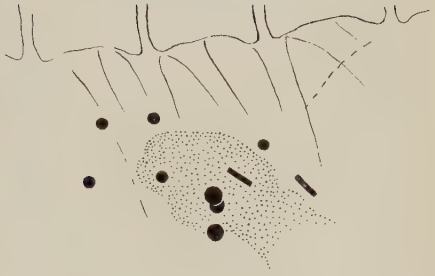


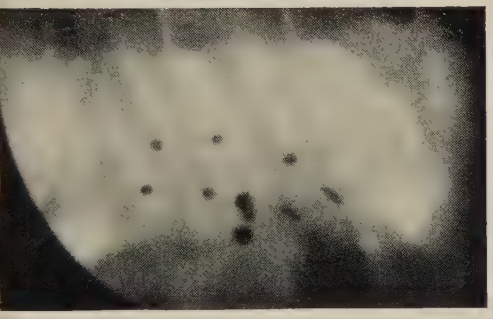
Fig. 9

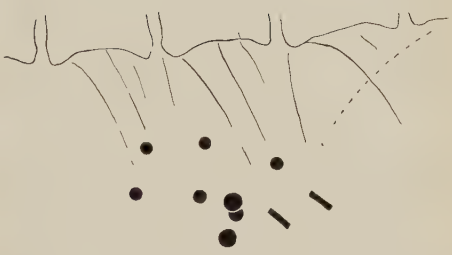
Deze 6 photo's zijn vergrotingen van filmbeeldjes, welke tijdens één enkele voedselpassage werden opgenomen. Naast elke photo is een schets getekend, die de stand van de kogeltjes op de buitenwand en de stukjes zilverdraad in de submucosa van het onderste deel van de slokdarm duidelijk weergeeft.



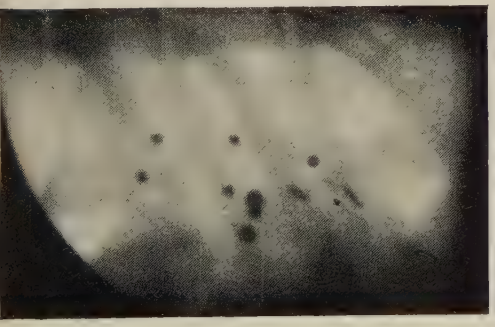


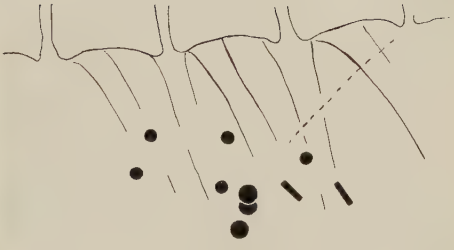
4





5





6

Fig. 9 (vervolg)

Zoals men ziet treden er tijdens passage van het voedsel veranderingen op in de afstanden tussen de merktekens onderling en in hun afstand tot het diaphragma. Deze afstanden werden elke $^1/_4$ sec. gemeten en graphisch voorgesteld in figuur 10, waarin dus de curven de afstandsveranderingen uitbeelden.

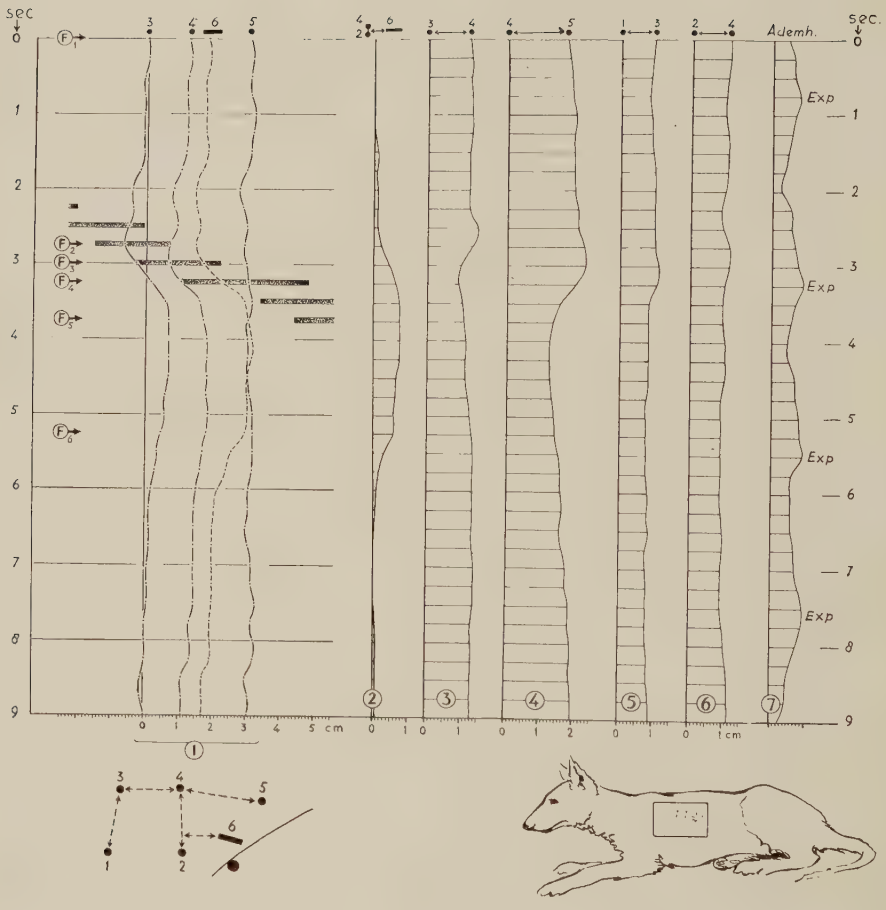


Fig. 10

De slokdarm van de hier geschetste hond werd aan de buitenzijde met loden kraaltjes en aan de binnenzijde met een stukje zilverdraad gemerkt. Deze merktekens zijn hier van cijfers voorzien. Uit de graphieken valt af te lezen hoe de bewegingen van spierlaag en mucosa worden uitgevoerd tijdens één enkele passage van voedsel (zie pag. 66). Met F is telkens het ogenblik aangegeven waarop de filmbeeldjes gemaakt werden, die hiernaast zijn afgedrukt.

c. Segmentje van de buitenlaag

Lengte-afmeting: in phase 1 was een verlenging van het segmentje opgetreden, welke maximaal werd tijdens passage van de 2e helft van het voedsel. Dit maximum vond even voor of ten tijde van het einde van de 1e phase plaats. Hierna ontstaat nu een belangrijke verkorting van het segmentje van 70—55 % van de oorspronkelijke lengte. Het korter worden neemt $\frac{1}{2}$—1 sec. in beslag en eindigt wanneer de achterzijde van het voedsel de aborale grens van het segmentje heeft gepasseerd. Dit is dan meestal $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ sec. voor het einde van phase 2.

Het segmentje blijft nu enige tijd in verkorte toestand, tot het einde van de volgende phase. In ongeveer de helft der gevallen ziet men dat de aanvankelijk bereikte verkorting slechts 0—$\frac{1}{4}$ sec. duurt en dat hierna binnen $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ sec. een deel van de verlenging snel plaats vindt, terwijl hierna de verlenging veel geleidelijker verloopt.

Dwarse afmeting: de dwarse afmeting wordt kleiner tijdens passage van de laatste helft van de spijsbrok. Het begin van deze beweging valt gelijktijdig met het begin van de verkorting welke zojuist is beschreven, of later, op het ogenblik dat het voedsel het aborale kogeltje juist is gepasseerd. Het is opvallend hoe gering de vernauwing is vergeleken bij de verkorting van het segment. Meestal wordt de dwarse afstand slechts 10 % kleiner (0—15 %). Het is dan ook niet mogelijk nauwkeurig aan te geven hoe het verdere verloop van de afstandsverandering in dwarse richting is, doch wij kregen de indruk dat deze parallel verloopt aan de afstandsveranderingen in de lengte richting.

3e Phase: de afstand tussen het punt van de buitenwand en het diaphragma blijft dezelfde. Duur: 1—2 sec.

a. Buitenlaag

Deze blijft in deze phase 5 mm dichter bij het diaphragma dan in de beginstand. Dit duurt 1—2 sec.

Soms begint in deze phase echter al een teruggaan van het punt naar de oorspronkelijke plaats.

b. Binnenlaag

Deze bereikt de kortste afstand tot het diaphragma meestal $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ sec. na het begin van deze phase en is dan 8 mm maagwaarts verschoven ten opzichte van de buitenlaag. Deze toestand blijft bestaan tot het einde van de derde phase.

c. Segment van de buitenlaag

Lengte-afmeting: de verkorting, welke aan het begin van deze phase aanwezig is, blijft bestaan in de 3e phase. Soms ziet men het segmentje echter al in de 3e phase geleidelijk wat langer worden. De oorspronkelijke lengte wordt pas weer bereikt aan het einde van de 4e phase.

4e Phase: terugkeer tot de beginstand. Duur: $1\frac{1}{2}$—3 sec.

a. Buitenlaag

De afstand tussen het punt en het diaphragma verkrijgt in deze phase na $1\frac{1}{2}$—3 sec. weer de beginwaarde.

b. Binnenlaag

Deze laag is na dezelfde tijd weer op haar oorspronkelijke plaats. De verschuiving van buiten- en binnenlaag is dan weer teruggegaan.

c. Segmentje van de buitenlaag

Lengte-afmeting en dwarse afmeting van het segmentje verkrijgen geleidelijk weer de oorspronkelijke waarden.

2. *Bewegingen van de slokdarm tussen het niveau dat 1 cm boven de hiatus ligt en de incisura cardiaca.* Dit deel van de buitenwand van de slokdarm kon pas gemerkt worden met kogeltjes nadat het over een klein gebied uit zijn verbindingen met het diaphragma was losgemaakt. Hierna werden deze verbindingen weer operatief hersteld. Ook is dit segment bestudeerd bij 2 honden met een kunstmatige hiatus hernia.

a. Bij deze 2 methoden van onderzoek heeft het geen zin de beweging ten opzichte van het diaphragma te bestuderen.

b. De mucosabewegingen zijn dezelfde als die in het hoger gelegen gebied. Zij werden hierboven beschreven.

c. Wij bepalen ons dus tot de bewegingen, welke de kogeltjes op de buitenwand uitvoeren ten opzichte van elkaar tijdens voedselpassage.

Hierover zijn de volgende feiten aan het licht gekomen.

1. De veranderingen in longitudinale afstand tussen de kogeltjes vinden tot aan de incisura cardiaca op gelijke wijze plaats als in het daarboven gelegen gedeelte van de slokdarm (zie fig. 20). Een zekere restrictie moet hier worden gemaakt. Het hier vermelde gegeven moest worden verkregen uit opnamen van de 2 honden met een hiatus hernia, dus onder abnormale omstandigheden. Deze hiatus herniae gingen niet gepaard met regurgitatie of oesophagitis. Bij een normale anatomie is het niet mogelijk de veranderingen in longitudinale afstand in dit alleronderste slokdarmgebied goed vast te leggen, daar de slok-

darm zich subdiaphragmaal naar links en naar ventraal buigt waardoor onbeoordeelbare projectiefouten ontstaan. Het feit echter, dat bij de hiatus hernia hier precies dezelfde beweging wordt gevonden als in het bovenliggende gebied bij de honden zónder hiatus hernia, maakt het welhaast zeker dat deze beweging in het cardiagebied bij een hiatus hernia dezelfde is als de beweging die bestaan zou hebben wanneer geen hernia was aangebracht. Met andere woorden: bij een hiatus hernia vinden in het cardiagebied dezelfde longitudinale veranderingen plaats tijdens voedselpassage als in het bovenliggende gebied, en dit is dus vrijwel zeker ook het geval indien geen hernia aanwezig is. De verkorting van de slokdarm, welke de meest opvallende gebeurtenis is in de wand tijdens voedselpassage, vindt derhalve op gelijke wijze plaats in het gehele onderste deel van de slokdarm, van 8 cm boven de hiatus oesophageus tot aan de incisura cardiaca. Bijzondere motorische eigenschappen van het cardiagebied hebben wij niet kunnen waarnemen.

2. De veranderingen in dwarse richting zijn eveneens vergelijkbaar, en nog aantoonbaar 1½ cm boven de incisura cardiaca. In de incisura cardiaca zelf zijn zij niet meer aanwezig. Deze gegevens werden verkregen uit bestudering der bewegingen bij een hond waarbij de slokdarm op de normale plaats de hiatus kruiste. Tevoren was operatief het ligamentum phrenico-oesophageum over een geringe afstand gekliefd, teneinde plaatsing van kogeltjes mogelijk te maken, en vervolgens weer gehecht.

EPICRISE

De bewegingen, welke hier beschreven zijn, treden alleen op bij voedselpassage. Deze passage is het gevolg van de peristaltische beweging in de slokdarmwand, welke wij hebben kunnen aflezen aan de kogeltjes op de buitenwand. De kogeltjes geven het gezamenlijke effect weer zowel van de longitudinale als van de daarbinnen gelegen spierlaag, welke de circulaire genoemd wordt, hoewel zij misschien ellips of schroefvormig verloopt.

Het meest opvallende in de peristaltische beweging van het onderzochte slokdarm gebied (laatste 10 cm) is de belangrijke verkorting (70—55 %) van de oorspronkelijke lengte, welke optreedt vlak voordat het voedsel geheel gepasseerd is, en die in ½—1 sec. tot stand komt. Tevens ziet men ongeveer terzelfder tijd of even later een geringe vernauwing. De verkorting kan slechts een gevolg zijn van contractie van de longitudinale spierlaag. Wij stellen ons voor dat hiermee gepaard gaat een verdikking van deze laag. Dat deze verdikking niet tot uiting komt in een vergroting van de omvang van de slokdarm, doch dat wij op dit ogenblik juist een vernauwing zien optreden zal wel veroorzaakt worden door een gelijktijdige contractie van de circulaire laag.

Het lijkt nu aannemelijk dat er tijdens de passage van het laatste deel van de bolus een vernauwing van het lumen begint op te treden,

welke het gevolg is van contractie van longitudinale en circulaire spierlaag beiden. Hierbij krijgt men de indruk dat het slokdarmgedeelte, dat zich juist vóór en om het aborale gedeelte van het voedsel bevindt, hier overheen wordt getrokken door contractie van de longitudinale laag, die om het orale deel van de bolus ligt.

Wanneer nu een segmentje van de slokdarmwand korter is geworden, moet een ander gedeelte in de richting van dit segment zijn verplaatst. De hierboven en hieronder gelegen naburige gebieden van de slokdarm moeten dus het gecontraheerde segmentje naderen. Wat het maagwaarts gelegen gebied betreft: wij zien in phase 1 dat dit zich bij nadering van het voedsel inderdaad van de hiatus af en naar het voedsel toe beweegt en wat langer wordt. Het oraal gelegen naburige gebiedje is al door het voedsel gepasseerd en heeft zich dus al verkort. In die verkorte toestand, na passage, dus na de lengte contractie, komt echter óók nog een maagwaartse verplaatsing tot stand.

De contractietoestand blijft enkele seconden bestaan. Het gevolg hiervan is, dat men het gehele door ons onderzochte stuk slokdarm, d.w.z. de laatste 10 cm, in gecontraheerde toestand ziet als het voedsel al in de maag is. De relaxatie geschiedt waarschijnlijk successievelijk van boven naar onder, hoewel dit met onze methode niet met zekerheid is vastgesteld omdat de relaxatie zo geleidelijk tot stand komt.

Wanneer wij ons nu voorstellen dat de slokdarm aan het diaphragma is gefixeerd, wordt het duidelijk dat een segmentje na voedselpassage zich niet alleen naar de hiatus toe beweegt, doch ook een kortere afstand tot de hiatus behoudt, zolang het aboraal hiervan gelegen deel van de slokdarm in gecontraheerde toestand blijft.

Tenslotte treedt relaxatie op van de longitudinale verkorting en tegelijk hiermee bewegen de punten van de buitenlaag zich weer van elkaar en van de hiatus af naar hun oorspronkelijke plaats.

Wij hebben het nu zo voorgesteld alsof de verlenging van de slokdarm, voordat oraalwaarts hiervan een peristaltische contractie optreedt, een zuiver passief gevolg hiervan was. De mogelijkheid bestaat echter dat er tevens van een actieve relaxatie sprake is in het verlengde gebied. Wij menen dat dit inderdaad waarschijnlijk is en wel om de volgende reden (fig. 21): wanneer men de slokdarmbeweging observeert gedurende de passage van 2 stukken voedsel kort na elkaar, bijv. met een tussenruimte van $2\frac{1}{2}$ sec., dan gedraagt de slokdarm zich bij de 2e bolus alsof de 1e er niet was geweest. De 2e bolus nadert een bepaald segmentje op het ogenblik dat dit pas ongeveer 1 sec. gecontraheerd en naar de hiatus toe verplaatst is. Ware de 2e bolus niet verschenen, dan zou deze contractietoestand zeker nog ongeveer 4 sec. hebben geduurd. Wij zien nu echter bij nadering van de 2e bolus de contractietoestand geheel verdwijnen, terwijl de punten van de buitenwand zich verder van de hiatus af opstellen

dan in de beginsituatie. Direct daarna treedt de 2e bolus het segmentje binnen. Nog voordat de 2e bolus arriveert, is de contractietoestand achter de 1e bolus dus opgeheven. Er gaat derhalve een relaxerende invloed uit van de 2e bolus op het gebied aboraal hiervan, en het lijkt ons waarschijnlijk dat deze relaxatie ook bestaat wanneer slechts van passage van 1 bolus sprake is.

De maagwaarts gerichte mucosabeweging treedt op tijdens de contractie van de spierwand. Het maakt de indruk een zuiver passieve beweging te zijn als gevolg van de passage van het voedsel. Deze beweging begint op het ogenblik dat er door contractie van de wand druk op het voedsel wordt uitgeoefend en de wrijving tussen mucosa en voedsel dus maximaal is.

De graad van mucosaverschuiving wordt bepaald door de verschuifbaarheid van de lagen onderling, en bedraagt ongeveer 8 mm.

Wonderlijk is dat deze maagwaartse verplaatsing blijft bestaan zo lang de slokdarmwand gecontraheerd is. Wij moeten hieruit wel concluderen dat door deze contractietoestand het lumen zo sterk vernauwd wordt, dat de mucosa niet kan terugschieten naar zijn oorspronkelijke plaats ten opzichte van de buitenwand.

De korte, snelle en partiële verlenging van de buitenwand, welke men soms direct na de grootste verkorting ziet optreden, lijkt ons een passief gebeuren en een gevolg van de tractie door de mucosa welke zelf in maagwaartse richting wordt verplaatst.

Het is opmerkelijk te lezen hoe als enige Meltzer in 1897 de bewegingen van het onderste deel van de slokdarm bij voedselpassage beschreef, nadat hij dit geobserveerd had door een gat in het diaphragma: de slokdarm werd eerst opgetrokken en dan sterk verwijd tijdens passage van voedsel. Hierna zag hij een contractiering snel naar beneden dalen, welke de slokdarm enige tijd vernauwd hield.

ANDERE BIJZONDERHEDEN TIJDENS VOEDSELPASSAGE

Met de boven beschreven Röntgencinematographische methode is verder nog het volgende gebleken:

1. *Diaphragma*

Bij zijdelingse opnamen van het cardiagebied konden wij tijdens inspiratie nooit een vernauwing van de hiatus vaststellen.

Het voedsel passeert het niveau van het diaphragma zonder belemmering. De passage door de hiatus kan in alle phasen van de respiratie geschieden zonder bepaalde voorkeur.

2. *„Ampul"vorming*

Bij 2/3 van alle passages zagen wij een min of meer duidelijke vorming van een soort ampulla epiphrenica. De ondergrens hiervan lag

5—15 mm onder het niveau van de hiatus. Deze „ampul" bestond ongeveer 1 sec., gerekend van de eerste aanduiding van de vorming van de ampul tot aan het begin van de passage van het voedsel naar de maag. Een bepaalde samenhang met de respiratie was niet aanwezig. Het heeft er dus de schijn van dat we hier niet met een analogon van de ampulla epiphrenica bij de mens te doen hebben.

3. *Snelheid van de passage*
Deze bedroeg gemiddeld 5 cm per sec.

4. *Maagbewegingen*
Bij 3 honden werden behalve op de slokdarm ook op de voorzijde van het bovenste deel van de maag kogeltjes bevestigd. Tijdens of na passage van voedsel door de slokdarm ontstond in dit deel van de maag geen beweging in longitudinale richting.

B. ENDOSCOPIE VAN DE CARDIA

METHODE

Deze methode bestaat uit de bestudering van het gedrag der slijmvliesplooien bij de cardia, tijdens operatie of via een maagfistel, met behulp van een laparoscoop, cystoscoop of rectoscoop. De maag moet hiertoe enigszins met lucht worden opgeblazen. Verschillende beelden werden via de laparoscoop photographisch vastgelegd. De op deze wijze onderzochte hond was nuchter en kreeg tevoren 50 mg largactyl. Als regel werd water te slikken gegeven omdat vast voedsel na passage door de slokdarm de slijmvliesplooien in de maag geheel onzichtbaar maakt.

MATERIAAL

Bij 3 honden werd onder narcose de maag met een kleine incisie bij de grote curvatuur geopend en de cardia met een rectoscoop geinspecteerd. Daar hiermee onvoldoende gegevens werden verkregen en met name geen informatie omtrent de bewegingen bij passage van voedsel, hebben wij hierna een hond voorzien van een permanente maagfistel. De mucosabewegingen bij voedselpassage werden bij deze hond ongeveer 50 maal waargenomen, bij regurgiteren van lucht ongeveer 30 maal, bij braken 1 maal.

RESULTATEN

1. *Aspect van de cardia*
In de lege maag liggen de voor- en achterwand dicht bij elkaar. Na het inbrengen van wat lucht ziet men o.a. de grote lengteplooien van de kleine curvatuur. Hiertussen ligt ergens de cardia. De cardia doet zich voor als een iets prominerend rozet van plooien van maagslijmvlies (fig. 11). Veel regelmaat is niet te zien aan het uiterlijk van

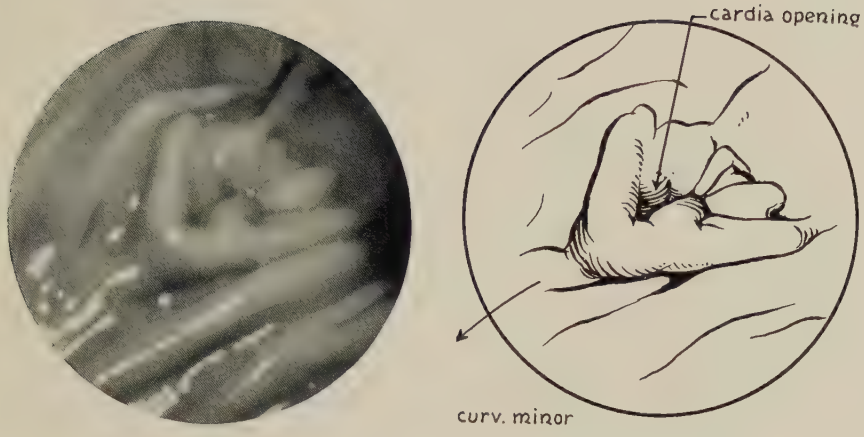


Fig. 11

Mucosaplooien van de cardia bij een hond. In de tekening is ter oriëntatie de richting van de curvatura minor aangegeven. Evenals de hierna volgende opnamen van de cardia werd deze photo gemaakt door een maagfistel met behulp van een photolaparoscoop.

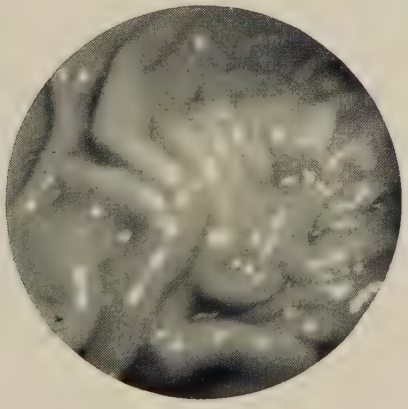


Fig. 12

Cardia van dezelfde hond als van fig. 11, doch een week later gephotographeerd. De constellatie van mucosaplooien is wat veranderd. Men ziet dat de plooien aan de funduszijde van de cardia in een boogje liggen.

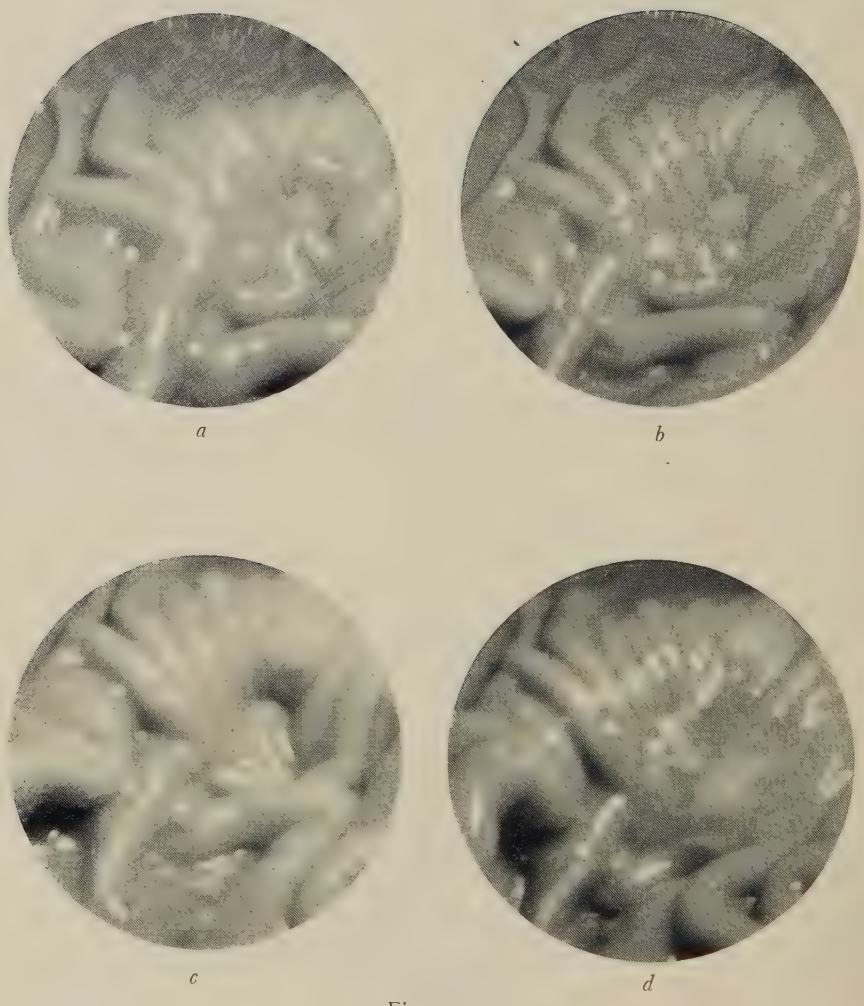


Fig. 13

Deze opnamen werden gemaakt tijdens één enkele passage van water door de slokdarm. Op de eerste photo ziet men de cardia in rusttoestand (*a*). Bij nadering van het ingeslikte water wordt de mucosa wat naar oraal getrokken en ontstaat een putje (*b* en *c*). Tenslotte treedt het water tevoorschijn (*d*).

de cardia. Soms wordt het rozetje gevormd door 7 duidelijke plooien, welke er stevig uit zien, een andere maal vertoont dezelfde cardia er veel meer (fig. 12) en zijn de plooien wat vlakker. De plooien gaan ook niet steeds op dezelfde wijze over in de grote plooien van de omgeving. Spontane bewegingen van de plooien van de cardia hebben wij nooit gezien.

Het enige opvallende is dat aan de craniale zijde de plooien in een mooi boogje liggen alsof zij over iets heen getrokken zijn.

Nooit zagen wij één klep of lip.

Het slokdarmslijmvlies krijgt men op deze wijze niet te zien. Dit slijmvlies bleek bij het doorschuiven van de rectoscoop, bij een hond onder narcose, 1—1½ cm hoger te liggen dan het zichtbare rozet.

De cardia daalt bij inspiratie naar caudaal. Soms ziet men hierbij de mucosa iets naar oraal krullen alsof er aan de buitenzijde een ring naar beneden wordt geschoven.

Behalve de ademhalingsbewegingen worden ook de aortapulsaties op het cardiagebied overgebracht, hetgeen het photographeren ervan aanzienlijk bemoeilijkt.

2. *Voedselpassage*

Na het slikken van water ziet men allereerst dat het midden van het rozet naar oraal verplaatst wordt: er ontstaat dus een putje. 1—5 sec. na het begin van deze beweging komt het water tevoorschijn (fig. 13). Meestal siepelt het tussen de plooien door in de maag, maar soms spuit het hoorbaar tevoorschijn. Er achteraan is een enkele keer een kleine mucosaprolaps te zien. Het fraaist is dit te zien als de maag zozeer is opgeblazen dat het slokdarmslijmvlies nog juist niet zichtbaar is. Direct na de passage van het water ziet men het dan tevoorschijn komen.

Vast voedsel wordt letterlijk door de cardia heen geperst. Er na ontstaat een kleine slijmvliesprolaps.

3. *Verder opblazen van de maag*

Door sterk opblazen kan men het cardiamechanisme insufficiënt maken. Even tevoren zijn alle plooien van de cardia en ook van de omgeving vlak òf geheel onzichtbaar geworden. Grote delen van de maag zijn zo glad als een spiegel. De cardiaplooien worden daarbij centrifugaal weggetrokken. Zodra wij dit alles zagen gebeuren, wisten wij dat bij iets verder opblazen de cardia zich zou openen.

Bij een op deze wijze geopende cardia ziet men via een ellipsvormige ring het typische bleke slijmvlies van de rechter wand van de slokdarm. De ring blijft verder openstaan zolang men de hogere druk onderhoudt. De hond heeft nu ructus.

De ellips van de geopende cardia heeft een lange as welke ongeveer loodrecht staat op de kleine curvatuur. Opmerkelijk is dat de ellips

vooral een scherpe craniale begrenzing heeft. Het is duidelijk dat het slijmvlies hier over de onderlaag heen gespannen ligt. Het is de plaats van de incisura cardiaca (fig. 14).

SAMENVATTING EN CONCLUSIES

In dit hoofdstuk werd beschreven welke bewegingen worden uitgevoerd door de spierwand en door de mucosa van het onderste gedeelte van de slokdarm tijdens voedselpassage. Deze bewegingen werden Röntgencinematographisch en endoscopisch bestudeerd.

Het laatste 1½ cm lange segmentje boven de incisura cardiaca heeft tijdens voedselpassage bij een hiatus hernia dezelfde veranderingen in lengte als het erboven gelegen gebied. Het lijkt welhaast zeker dat dit onder normale omstandigheden ook het geval is.

De veranderingen in dwarse afmeting waren aan de bovengrens van dit segmentje nog aanwezig, doch niet meer aan de ondergrens, in de incisura cardiaca.

Gezien het feit dat veranderingen in longitudinale en dwarse afmeting tijdens voedselpassage steeds samengaan, lijkt ons de conclusie gewettigd dat de normale peristaltiekgolf doorloopt tot de incisura cardiaca en dat het cardiagebied niet een slokdarmsegment is met een aparte motoriek zoals o.a. door Lerche is verondersteld.

De maag wordt in feite afgesloten door een rozet van plooien van maagmucosa dat men via een maagfistel kan waarnemen. Er is niet één plooi of lip aanwezig.

Het rozet beweegt zich bij nadering van voedsel een weinig naar oraal, en vertoont na de voedselpassage een lichte prolaps. Deze endoscopische ervaring is in overeenstemming met de Röntgencinematographisch vastgelegde bewegingen.

Tezamen met de andere plooien van maagmucosa verdwijnt het rozet bij opblazen van de maag. Hierbij ontstaat cardia-insufficiëntie.

HOOFDSTUK XI

ANDERE OBSERVATIES

DE VENTIELWERKING

Ten einde na te gaan of er een passief ventielmechanisme bestaat hebben wij bij 10 van de op pag. 49 beschreven praeparaten de druk bepaald, waarbij water van de slokdarm in de maag vloeide en omgekeerd. Door anderen is meegedeeld dat men tijdens het leven gemakkelijker vloeistof van de slokdarm in de maag kan brengen dan in omgekeerde richting. Dit zou ook gelden voor het slokdarm-maagpraeparaat, waarbij al het omgevende weefsel is verwijderd.

Indien het water van slokdarm naar maag onder duidelijk geringere druk afvloeide dan van maag naar slokdarm, noemden wij het verschijnsel positief, anders negatief.

Bij de 10 onderzochte praeparaten was er slechts één met een positieve uitkomst. Dit was van een pasgeborene, waarbij de drukmeting het kortst na de dood werd gedaan.

Nu hebben wij al gezien dat er geen klep of plooi van mucosa bestaat, welke de maag afsluit, doch dat de uiteindelijke afsluiting door een rozet van maagmucosa wordt gevormd. Enige tijd na de dood verslappen echter de plooien van het rozet, terwijl de tonus van het omgevende weefsel van de maagwand vermindert. Het is dus denkbaar dat de drukmetingen bij de 9 praeparaten met negatieve uitkomst mislukten omdat deze praeparaten te lang na de dood werden onderzocht. Maar ook is het mogelijk dat de negatieve uitkomsten te wijten waren aan het feit dat de cardiastreek hierbij steun miste van omliggende organen, speciaal van het diaphragma.

Bij 3 cadavers werd hierna door drukmetingen nagegaan of het passieve ventielmechanisme aanwezig was wanneer de slokdarm en de maag nog geheel in situ lagen. Het hart, de longen, de lever en het diaphragma werden achtereenvolgens weggenomen en na verwijdering van elk dezer organen werd telkens opnieuw de druk bepaald, waarbij water van de slokdarm naar de maag ging stromen en omgekeerd.

Het resultaat was negatief.

Om toch nog een indruk te krijgen van de ventielwerking van de cardia werd het volgende experiment verricht: bij een hond werd onder intra-tracheale narcose een thoraco-laparotomie links uitgevoerd, waarbij het diaphragma geheel intact bleef. De spontane ademhalingsbewegingen van het diaphragma bleven bestaan. In het thoracale deel van de slokdarm werd een canule gebracht, welke naar aboraal wees, en de slokdarm werd hierboven afgeklemd. De maag

werd bij de pylorus afgeklemd en een canule werd ingebracht in het midden van de grote curvatuur.

Om water van de slokdarm naar de maag te persen was een druk nodig van 15 cm water. In omgekeerde richting, van maag naar slokdarm, was eerst passage bij 80—100 cm waterdruk. Blijkbaar was nu wél een ventielwerking aanwezig.

Hierop werd aan de linker zijde van de slokdarm de lus van het diaphragma, welke de slokdarm omgeeft, dwars doorgesneden. De verbindingen tussen slokdarm en diaphragma bleven hierbij vrijwel geheel intact. Het water passeerde nu van slokdarm naar maag bij dezelfde druk van 15 cm water, doch in omgekeerde richting was slechts 35 cm waterdruk nodig.

Nadat nog enkele observaties waren gedaan, welke elders besproken worden, werd de hond opgeofferd.

Onmiddellijk na de dood stroomde het water in het slokdarm-maagpraeparaat in beide richtingen bij een druk van enkele centimeters: de ventielwerking was nu niet meer aanwezig.

In overeenstemming met de gegevens uit de literatuur mag na het bovenstaande onzes inziens wel verondersteld worden dat er tijdens het leven een ventielmechanisme bestaat, waarvan de normale functie voor een groot deel afhankelijk is van een intact diaphragma, en speciaal van de linkerzijde van de lus om de slokdarm.

Het diaphragma vervult zijn rol grotendeels passief, zoals in hoofdstuk III duidelijk is geworden. Men zou dus verwachten dat de ventielwerking na de dood blijft bestaan en aantoonbaar is, wanneer de drukmetingen op het cadaver worden verricht. Dit bleek niet het geval te zijn, en wij moeten wel aannemen dat, behalve de grotendeels passieve functie van een intact diaphragma, ook de vitaliteit van het mucosarozet belangrijk is voor een normale cardiawerking. Valt een van deze twee factoren uit, dan vermindert of verdwijnt de ventielwerking van de cardia.

DE BETEKENIS VAN HET DIAPHRAGMA

Bij 3 honden konden wij tijdens operatie van de maag uit het cardiakanaal met de vinger palperen. De hiatusring van het diaphragma is hierbij voelbaar en maakt een op en neer schuivende beweging over ongeveer 2 cm. Bij inspiratie ontstaat een lichte compressie van opzij. De voorzijde blijft steeds ongeveer even ver van de wervelkolom verwijderd.

Wij hebben al gezien dat de ventielwerking van de cardia aanzienlijk wordt verminderd nadat men aan de linker zijde de lus van het diaphragma om de slokdarm gekliefd heeft. Endoscopisch ziet men hierbij dat het slijmvlies zich niet meer naar binnen krult bij inspiratie, zoals ook te verwachten is. Verder krijgt men na deze ingreep ook

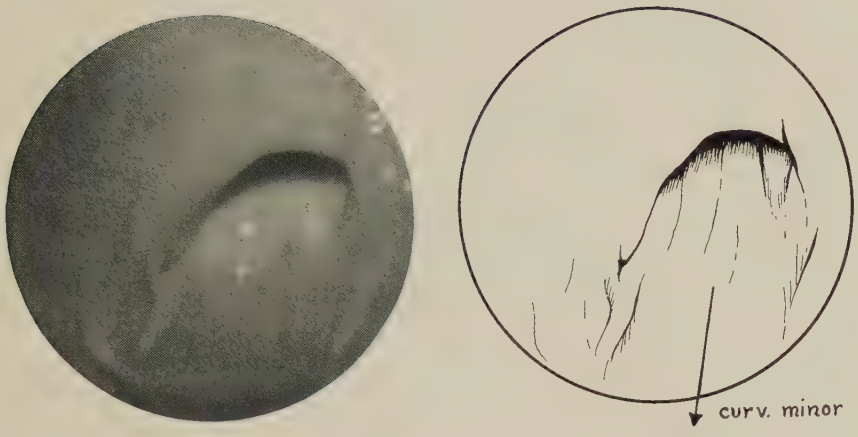
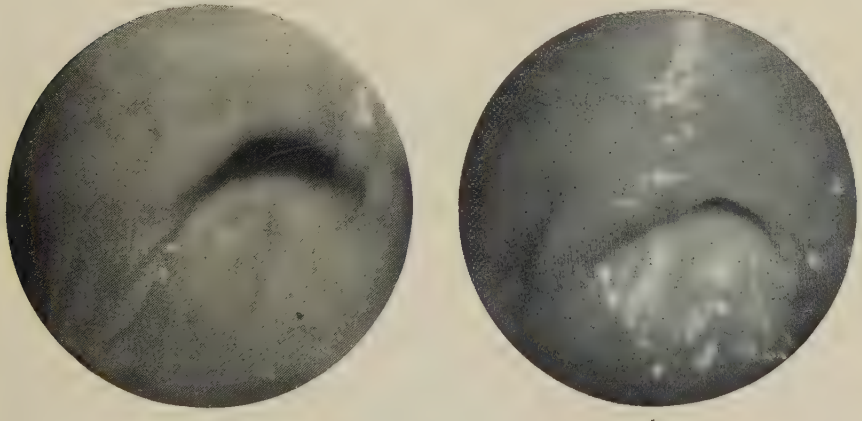


Fig. 14

Door opblazen van de maag kan men het cardiamechanisme insufficiënt maken. Eerst verstrijken de mucosaplooien centrifugaal en vervolgens wordt het cardiakanaal geopend, waarbij het bleke slijmvlies van de rechterwand van de slokdarm zichtbaar wordt. Men ziet nu duidelijk de scheve inmonding van de slokdarm in de maag. De opening heeft een scherpe bovengrens, die weerstand biedt aan dilatatie.



a *b*

Fig. 15

Na doorsnijding *rechts* van de ring van het diaphragma om de slokdarm ziet men bij regurgitatie ten gevolge van opblazen van de maag geen duidelijk ander aspect aan de cardia (*a*). Wanneer deze ingreep vervolgens *links* is verricht, biedt de bovengrens van de cardia-opening minder weerstand aan dilatatie zodat dan bij regurgitatie een groter stuk slokdarmepitheel zichtbaar wordt (*b*).

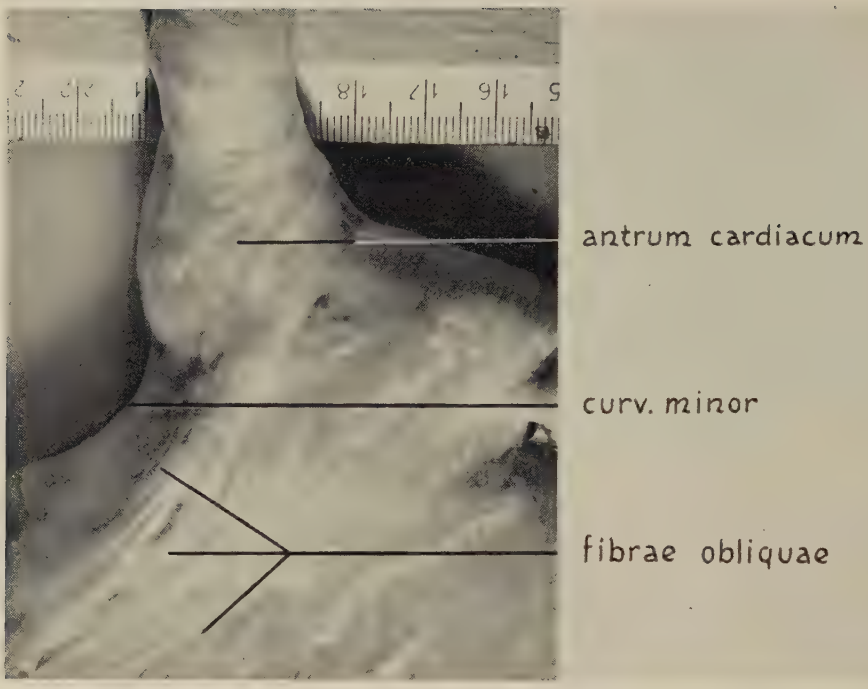


Fig. 16

Fibrae obliquae bij de mens. De maag is omgestulpt en de mucosa is verwijderd.

Fig. 17.

Fibrae obliquae van een hond. Men ziet het praeparaat schuin van boven, zodat zowel de voorste als de achterste bundel zichtbaar is. In de incisura cardiaca komen deze bundels bijeen.

een groter deel van de rechter binnenwand van de slokdarm te zien bij de door opblazen insufficiënt geworden cardia: de plaats van de incisura cardiaca komt hoger te liggen. Dit is niet het geval wanneer men de lus van het diaphragma aan de rechterzijde gekliefd heeft (zie fig. 15).

DE BETEKENIS VAN DE FIBRAE OBLIQUAE

De invloed van de fibrae obliquae is moeilijk exact te onderzoeken daar zij de binnenste spierlaag van de maag vormen en direct onder de mucosa gelegen zijn.

Men kan met een eenvoudige proef echter hiervan wel een indruk krijgen. Neemt men een rechter operatiehandschoen en bekijkt men deze aan de rugzijde met de vingers naar boven, dan dienen de handpalm en de duim als een model van de maag en slokdarm. De opening van de handschoen wordt grotendeels gesloten. Bij opblazen komt nu een gelijkmatige verwijding van handpalm (maag) en duim (slokdarm) tot stand. Wordt echter een extra strook rubber over de handschoen geplakt in de richting waarin ook de fibrae obliquae verlopen, dus als een lus tussen duim en wijsvinger en aan voor- en achterzijde van de handschoen naar het radiale deel van de pols verlopend, dan ontstaat géén gelijkmatige uitzetting van het „cardiagebied" bij opblazen. Nu blijft de „incisura cardiaca" vrijwel op haar plaats, terwijl de rechter wand van de anatomische cardia (radiale zijde van de basis van de duim) wijkt.

Men kan de fibrae obliquae te zien krijgen door de maag om te stulpen, zodat de binnenzijde buiten komt te liggen, en vervolgens de mucosa af te praepareren. Wij hebben dit bij 2 praeparaten van mensen en 1 van een hond gedaan (fig. 16 en 17). De fibrae vormen een duidelijke bundel in de incisura cardiaca, en het is gemakkelijk deze bundel afzonderlijk van de onderliggende spierlaag los te maken.

Na verwijdering van de fibrae obliquae is de incisura cardiaca aanzienlijk minder scherp dan te voren (fig. 18). Door hun aanwezigheid houden zij dus de scherpe hoek tussen slokdarm en maag in stand.

SAMENVATTING

Een zekere ventielwerking is in het cardiamechanisme aanwezig. Behalve dat dit uit de literatuur bleek, hebben wij dit nog eens tijdens operatie bij een hond aangetoond. In het slokdarm-maagpraeparaat was deze werking niet meer aantoonbaar.

Het diaphragma vervult een passieve rol in zo verre dat het de incisura cardiaca ondersteunt. Doorsnijding van de linkerzijde van de musculaire diaphragmalus om de slokdarm doet het ventieleffect van het cardiamechanisme grotendeels teniet.

De ventielwerking is na de dood niet meer aanwezig, mogelijk als gevolg van een verlies aan tonus van het mucosarozet bij de cardia.

Tijdens inspiratie wordt de slokdarm door het diaphragma van opzij een weinig gecomprimeerd.

De fibrae obliquae vormen een duidelijke spierbundel en onderhouden de incisura cardiaca. Deze incisuur verstrijkt na afpraepareren van deze vezels.

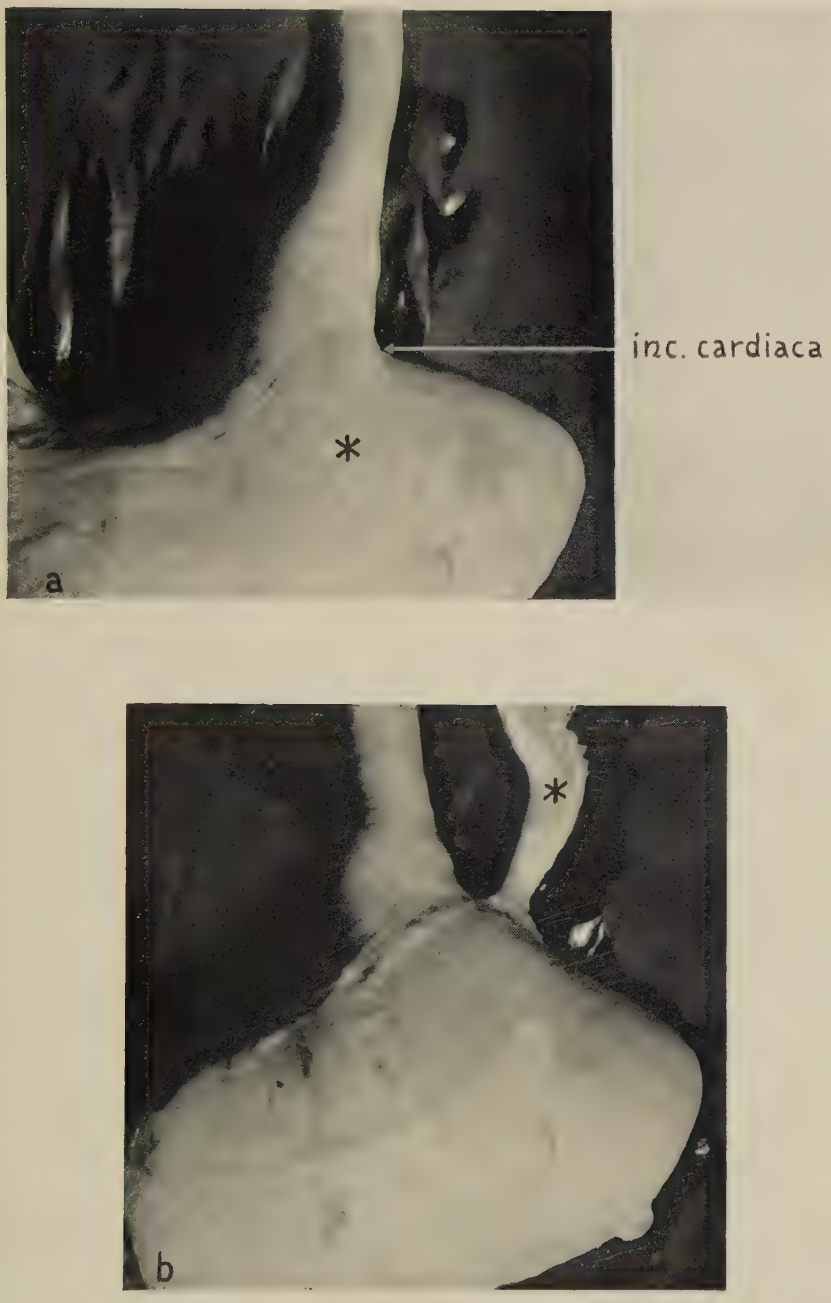


Fig. 18

De incisura cardiaca van een mens vóór (*a*) en ná (*b*) het afpraepareren van de fibrae obliquae (*). Na het afpraepareren is de incisura aanzienlijk minder scherp.

HOOFDSTUK XII

PATHOLOGISCHE TOESTANDEN

Daar men in de kliniek genoodzaakt is in de eerste plaats zijn aandacht te richten op pathologische toestanden, hebben wij het cardiamechanisme bestudeerd onder enkele abnormale omstandigheden.

BRAKEN

Wanneer men de cardiabewegingen bij braken *Röntgencinematographisch* vastlegt, ziet men hoe de maag zeer snelle bewegingen uitvoert en daarbij telkens zijn inhoud in een tuitvorm naar boven perst. Het onderste deel van de slokdarm wordt hierbij in elkaar gedrukt, naar het schijnt geheel passief. De kogeltjes, welke tevoren netjes op een rij lagen, liggen binnen 1/8 seconde rommelig door elkaar, enkele centimeters meer naar craniaal. Soms is hierbij geen regurgitatie — de cardia blijft dan blijkbaar sufficient — soms echter is dit wel het geval en zien wij de naar boven stekende tuit van de maag doorlopen in de slokdarm waarin het voedsel wordt gedreven. Het maakt de indruk alsof de cardia telkens onder plotselinge en hevige druk wordt gezet en daarbij dan soms insufficiënt wordt. De beweging was helaas te snel om op de film een exacte indruk te kunnen krijgen van de afstandsveranderingen tussen de kogeltjes.

Indien wij tijdens *endoscopie* de cardia insufficiënt maakten door opblazen van de maag en de hoge druk lange tijd werd volgehouden, ging de hond braken.

Allereerst verscheen hierbij duodenuminhoud in de lege maag en dit werd onder sterke drukverhoging in de maag hieruit naar boven geperst. Het cardiagebied werd dan met een ruk naar oraal verplaatst.

De hierbij bestaande druk moet buitengewoon hoog zijn daar de maaginhoud niet alleen in de slokdarm geperst werd, doch ook met grote kracht langs de laparoscoop via de maagfistel naar buiten spoot, de rubberafsluiting met zich mee voerend.

De druk welke toen bestond was dus zeker hoger dan die waarbij tevoren cardia-insufficiëntie was gevonden. Bij braken ontstond dus een druk in de maag waardoor de afsluiting geforceerd werd, zonder dat daarbij een actief openen van de cardia behoefde te worden verondersteld.

HIATUS HERNIA

Bij 2 honden werd een hiatus hernia operatief aangebracht. Na klieven van de verbindingen tussen diaphragma en slokdarm werd de bovenste 4 cm van de maag in de thorax getrokken en de maag ingehecht in de ring van het diaphragma.

De verwachte regurgitatie trad niet op. De slokdarmbewegingen bij voedselpassage werden weer op de hierboven beschreven wijze bestudeerd, en bleken niet van de normale bewegingen te verschillen. Bij autopsie bestond geen oesophagitis.

DOORSNIJDING VAN DE SLOKDARM BOVEN HET DIAPHRAGMA

Bij een hond werd de slokdarm 3 cm boven het diaphragma doorgesneden en weer gehecht. Hierbij bleven de n.n. vagi intact. Dit is dus dezelfde operatie als door sommigen wordt uitgevoerd bij bloedende varices oesophagi bij de mens.

Binnen- en buitenwand waren gemerkt met stukjes zilver en met kogeltjes.

Tijdens voedselpassage zagen wij het volgende gebeuren: het voedsel werd door de slokdarmcontractie in het starre gebied van de anastomose geperst. Was het hier voorbij, dan trad distaal van de anastomose een contractie op waardoor het grootste deel van het voedsel in de maag verdween. De rest schoot echter terug door de ring van de anastomose en in het zich al relaxerende gebied oraal hiervan, om bij een volgende peristaltiekgolf weer te worden meegevoerd in de richting van de maag.

Er kwam geen voedsel terug van de maag uit, en hoewel het Röntgencinematographische beeld er op geleek, was er dus geen echte regurgitatie. Het cardiamechanisme was dus sufficiënt gebleven. Verder was er geen verband tussen deze bewegingen van het voedsel en de respiratie.

GASTRO-OESOPHAGOSTOMIE

Bij een hond werd een resectie van het onderste gedeelte van de slokdarm en het bovenste deel van de maag uitgevoerd, zoals bij de mens wordt verricht bij een carcinoom in dit gebied. De anastomose kwam 3 cm boven het diaphragma in de thorax te liggen.

Men zag op de film hoe het voedsel de slokdarm normaal passeerde, doch zodra het onderste deel was gerelaxeerd, bestond er een open verbinding tussen slokdarm en maag waardoor het voedsel terug kon stromen. Deze regurgitatie trad vooral op bij inspiratie, doch ook daar buiten; zij werd waarschijnlijk bevorderd door de horizontale houding van het dier. De hond stierf 4 weken na de operatie aan een groot ulcus oesophagi.

CARDIAPLASTIEK VOLGENS GRÖNDAHL

De cardiaplastiek voor achalasie volgens Gröndahl, waarbij een zijdelingse anastomose gemaakt wordt tussen het onderste deel van de slokdarm en de fundus van de maag, is een techniek welke steeds meer verlaten wordt wegens de gevreesde complicaties van de slokdarm ten gevolge van regurgitatie.

Bij 1 hond werd de operatie uitgevoerd. Regurgitatie was op de film duidelijk zichtbaar en trad telkens pas op nadat de slokdarm was gerelaxeerd na voedselpassage. Er was een wijde verbinding met de maag en hierdoor bewoog het voedsel zich, vooral tijdens inspiratie, terug naar de slokdarm. Door een volgende peristaltiekgolf werd het weer in de maag gebracht, keerde weer terug enz.

Bij een latere operatie bleek deze hond dan ook een oesophagitis gekregen te hebben.

CARDIAPLASTIEK VOLGENS WATKINS

Door Watkins, Prevedel en Harper is een poging gedaan de regurgitatie, welke zo vaak optreedt bij een oesophago-gastrostomie, tegen te gaan door het aanbrengen van een klep van slokdarmslijmvlies in de anastomose, die in de thorax ligt. Om een indruk te krijgen van het resultaat van de operatie werd deze door ons bij 4 honden uitgevoerd.

Kort na de operatie stierven 2 honden: 1 tengevolge van een naadlekkage en 1 aan een longcomplicatie.

De 3e hond, waarbij de cardia eerst insufficiënt was gemaakt door de plastiek volgens Gröndahl, vertoonde na de operatie van Watkins op de film het volgende beeld: het voedsel werd langs de klep gedreven door de peristaltiek; uit het supradiaphragmale deel van de maag regurgiteerde echter, vooral tijdens inspiratie, telkens weer een klein gedeelte in de slokdarm. De klep functionneerde wel, doch onvoldoende. Na 3 weken stierf de hond. Er werd een ulceratieve oesophagitis gevonden.

De 4e hond bleef in leven. Het was op de film duidelijk dat de klep functionneerde, want als het voedsel eenmaal was gepasseerd stroomde het niet meer terug. De slokdarm was echter niet in staat al het voedsel langs de klep te persen. De klep was dus sufficiënt, doch de anastomose te nauw.

Deze experimenten demonstreren de moeilijkheden, waarmee men te kampen heeft bij het nabootsen van het cardiamechanisme. Wij zullen hierop in deel 3 terugkomen.

SAMENVATTING

De druk, welke in de maag ontstaat bij braken, is op zich zelf groot genoeg om de cardia te openen. Het lijkt waarschijnlijk dat wij hierbij

niet met een actief openen van de cardia te maken hebben.

Operatief aangebrachte hiatus herniae bij 2 honden hadden geen regurgitatie tot gevolg. Bij voedselpassage werden normale bewegingen waargenomen in de slokdarm.

Doorsnijden en weer hechten van de slokdarm vlak boven het diaphragma heeft geen invloed op het cardiamechanisme.

Na oesophago-gastrostomie en cardiaplastiek volgens Gröndahl is er een wijde communicatie tussen slokdarm en maag. Regurgitatie treedt hierbij vooral op tijdens inspiratie, doch ook daarbuiten, en ontbreekt slechts tijdens de kortdurende toestand van contractie van de slokdarm na voedselpassage.

HOOFDSTUK XIII

VERGELIJKING VAN HET CARDIAMECHANISME VAN HOND EN MENS

Daar ons onderzoek hoofdzakelijk op honden betrekking had, is het van belang te weten in hoeverre men de uitkomsten, verkregen bij deze dieren, van betekenis mag achten voor de mens.

Een speciaal hierop gericht onderzoek is ons uit de literatuur niet bekend. Het staat wel vast dat er in macroscopische anatomie tussen hond en mens geen opvallende verschillen bestaan. De wijze van bevestiging van de slokdarm aan het diaphragma, de scherpe hoek tussen slokdarm en maag, de fibrae obliquae van de maag en de ligging van het cardiagebied in het algemeen, zijn volkomen vergelijkbaar [13, 117, 144, 212]. Ook de hond heeft geen sphincter cardiae [239]. Achalasie en slokdarmdivertikels komen ook bij honden voor [17, 124, 220].

Als het enige verschil wordt aangegeven dat bij de hond de spierwand van het onderste deel van de slokdarm uitsluitend [47, 58, 62] of gedeeltelijk [11, 144] uit dwarsgestreepte spiervezels zou bestaan. Dit laatste konden wij bevestigen. Verder zouden bij de hond minder elastische vezels in de submucosa voorkomen dan bij de mens [144].

Bij een bestaande cardia-insufficiëntie zal door zijn horizontale houding bij de hond eerder dan bij de mens oesophagitis optreden. Over het voorkomen van een antrum cardiacum bij de hond is nooit iets vermeld. Bij 3 door ons onderzochte praeparaten was het niet aanwezig. Het bleek verder dat de spierwand van slokdarm en maag (ook de fibrae obliquae) bij de hond sterker ontwikkeld is dan bij de mens. Daarom is het niet verwonderlijk dat bij onze beide honden met een hiatus hernia geen regurgitatie optrad.

Op grond van het bovenstaande lijkt ons een vergelijking van het cardiamechanisme van hond en mens wel toelaatbaar.

DEEL 3
SAMENVATTING VAN DEEL 1 EN DEEL 2

HOOFDSTUK XIV

SAMENVATTING EN CONCLUSIES

In het eerste deel werd een overzicht gegeven van hetgeen bekend is over de anatomie van cardiagebied en omgeving, voorts van de verschillende theorieën, welke men heeft opgesteld om de afsluiting tussen slokdarm en maag te verklaren, en van de argumenten welke tegen deze theorieën kunnen worden ingebracht. Tevens werden de omstandigheden genoemd, waarbij men cardia-insufficiëntie heeft aangetoond, en werd het nog niet geheel duidelijke verband tussen regurgitatie en oesophagitis besproken. Tenslotte vermeldden wij enkele gegevens over de peristaltiek van de slokdarm en de bewegingen in het cardiagebied.

Wij hebben in het tweede deel het resultaat beschreven van ons onderzoek van de anatomie van het cardiagebied en de verbindingen tussen slokdarm en diaphragma. Verder werd hier het resultaat gegeven van een Röntgencinematographische studie van de slokdarmbewegingen onder normale en onder pathologische omstandigheden, en van endoscopische observaties van de cardia. Tevens werd aandacht besteed aan de functie van het diaphragma en aan de fibrae obliquae van de maag.

Thans willen wij trachten deze beide delen te overzien en enkele conclusies trekken aangaande de afsluiting tussen slokdarm en maag.

HET CARDIAMECHANISME

Ten einde na te gaan of de slokdarm zelf een functie vervult in het cardiamechanisme hebben wij gepoogd te onderzoeken waardoor het onderste deel van de slokdarm — het cardiagebied — zich onderscheidt van het erboven gelegen deel.

Anatomisch kan men bij de mens in vele gevallen een aanzienlijke verwijding waarnemen van de slokdarm vlak boven de maag: het antrum cardiacum (fig. 2). Bij 30 praeparaten was dit 24 maal aantoonbaar. De diameter van het antrum cardiacum was gemiddeld 1,7 maal groter dan dat van de slokdarm. Het bestaan van deze verwijding stond niet in verband met de leeftijd. Wel was op hogere leeftijd de afmeting van het antrum cardiacum wat groter.

Een pathologische betekenis mag men dus zeker niet hechten aan een anatomisch aantoonbaar antrum cardiacum. Het is echter ook niet gewettigd een bijzondere functie toe te kennen aan het antrum

cardiacum, daar dit wel vaak, doch niet stéédS aanwezig is.

De aanwezigheid van een antrum cardiacum gaat niet samen met een grotere verschuifbaarheid van de slokdarm ten opzichte van het diaphragma.

Of het cardiagebied zich *physiologisch* onderscheidt van het er boven gelegen slokdarmgebied is Röntgencinematographisch en endoscopisch via een maagfistel bij honden onderzocht. Bij de eerste methode werden na een thoracotomie loden kogeltjes geplaatst op de buitenste, longitudinale spierlaag van de slokdarm en op de spierlus van het diaphragma welke de slokdarm omgeeft. Tevens werden door de oesophagoscoop korte stukjes zilverdraad met een speciaal instrument in de submucosa gebracht (fig. 8). Tijdens voedselpassage zag men de contractie van de spierwand van de slokdarm weergegeven door de loden kogeltjes, terwijl de stukjes zilver de bewegingen van de mucosa meemaakten.

Deze bewegingen werden Röntgencinematographisch vastgelegd met behulp van een Röntgenbeeldversterker. Op de film konden hierna de afstandsveranderingen tussen kogeltjes en stukjes zilver onderling en ten opzichte van het diaphragma worden afgelezen en gemeten (fig. 9 en 10).

Het blijkt dat de *peristaltiekgolf*, welke voedsel door de slokdarm naar de maag voert, wordt gekenmerkt door een belangrijke verkorting en een matige vernauwing van de buitenwand van de slokdarm (resp. 35 % en 0—10 % van de oorspronkelijke afstand). Hierdoor ontstaat een vernauwing van het lumen, welke begint op te treden wanneer de orale helft van de bolus passeert. Onmiddellijk aboraal van de bolus treedt waarschijnlijk een relaxatie op (fig. 21). De wand wordt door de peristaltische contractie als het ware over het voedsel heengeschoven. Ten gevolge van deze beweging begeven slokdarmwand en mucosa zich bij nadering van voedsel eerst naar oraal, terwijl na passage een beweging in de richting van de maag plaats vindt. Bovendien verschuift de mucosa passief tijdens en na passage van het voedsel ongeveer 7 mm maagwaarts ten opzichte van de spierlaag van de slokdarm.

Van de maag uit kan men via een maagfistel een overeenkomstige beweging van de mucosa waarnemen: eerst wordt de mucosa iets naar oraal verplaatst (fig. 13), terwijl na de passage een lichte prolaps tot stand komt.

De verandering in dwarse afmeting bij voedselpassage is nog aantoonbaar 1.5 cm boven de incisura cardiaca. Ter hoogte van de incisura cardiaca zelf is deze niet meer aanwezig. De verandering in lengte van het laatste 1.5 cm lange segmentje is slechts te beoordelen bij een hernia diaphragmatica, daar onder normale omstandigheden dit segment scheef ligt en er dus oncontroleerbare projectiefouten ontstaan. Bij deze herniae bestond geen regurgitatie.

De verandering in lengte nu van het onderste segment was bij deze honden met een hiatus hernia tijdens voedselpassage precies dezelfde als in het erboven gelegen gebied (fig. 20).

Wij menen hieruit te mogen concluderen dat de peristaltiekgol, in de slokdarm onveranderd doorgaat tot aan de incisura cardiacaf en dat er zich *vlak voor de overgang van slokdarm naar maag niet een slokdarmgebied bevindt met een aparte motoriek.*

In aansluiting aan de peristaltiekgolf waren bij Röntgencinematographisch onderzoek onder de incisura cardiaca op de buitenwand van de maag geen bewegingen aanwezig. Evenmin was dit het geval met de mucosa van de maag, hetgeen door een maagfistel kon worden waargenomen.

Noch bij de incisura cardiaca, noch ter hoogte van of even boven het diaphragma was een musculaire sphincter anatomisch aantoonbaar (fig. 6).

De slokdarm zorgt dus slechts voor het voortdrijven van voedsel, doch bezit noch anatomisch noch physiologisch een apart aantoonbaar mechanisme dat regurgitatie kan voorkomen.

Het is verder onjuist te denken dat het *diaphragma* de afsluiting tussen slokdarm en maag tot stand brengt. In de eerste plaats zou hierdoor het subdiaphragmale deel van de slokdarm voortdurend aan de schadelijke invloed van maaginhoud zijn blootgesteld en verder is het onbegrijpelijk dat het diaphragma in staat zou zijn voedsel slechts in één richting door te laten en niet omgekeerd.

Het is zeker dat het diaphragma een *passieve* rol vervult, welke blijft bestaan na uitschakeling van de actieve diaphragmabewegingen met curare: het biedt steun aan het cardiagebied, waarbij vooral het aan de linkerzijde van de slokdarm gelegen deel van de diaphragmalus belangrijk is. Excisie van dit gedeelte brengt een aanzienlijke vermindering van de ventielachtige werking tot stand.

Een *actieve* rol van het diaphragma bestaat slechts hierin dat bij inspiratie de ring van het diaphragma daalt en de slokdarm van rechts en links comprimeert. Bij honden vindt passage door het cardiagebied plaats onafhankelijk van de phase van ademhaling. Er is geen impressie door het diaphragma op het passerende voedsel zichtbaar.

Als enige mogelijkheid blijft over een *ventielmechanisme*, dat het gevolg is van de scheve inmonding van de slokdarm in de maag, terwijl de uiteindelijke waterdichte afsluiting verzorgd wordt door mucosa. In de literatuur wordt veel geschreven over een mucosalip of -plooi, welke door een hogere druk in de maag, dus bij neiging tot regurgitatie, dichtgedrukt zou worden. Deze plooi is echter nooit duidelijk aangetoond en is ook beslist niet aanwezig, zoals men kan zien via een maagfistel. Er bestaat een *rozet* van maagmucosa, waarvan de plooien ombuigen in de richting van de slokdarm. Dit rozet promineert

iets in het lumen, wanneer de maag een weinig is opgeblazen (fig. 11 en 12). Stulpt men de maag om, zodat de mucosa aan de buitenzijde komt te liggen, dan blijkt er nog een overdaad aan plooien van maagmucosa om de opening van de slokdarm aanwezig te zijn.

Het rozet van maagmucosa vormt de barrière tegen regurgitatie van maaginhoud. Het geeft nog niet de verklaring voor het ventielmechanisme dat hier toch gelocaliseerd moet zijn. Dit wordt ons echter duidelijk, wanneer wij de maag zover opblazen dat regurgitatie van lucht optreedt en de cardia dus insufficiënt is. Tevoren is de maag sterk uitgezet en zijn de mucosaplooien verstreken, niet alleen in het cardiagebied doch ook in grote gebieden van de rest van de maag. Wanneer nu een open verbinding is ontstaan tussen slokdarm en maag zien wij, dat de opening ellipsvormig is met de lange as loodrecht op de kleine curvatuur (fig. 14). De mucosa is strak gespannen over de bovenrand (uitwendig de incisura cardiaca). Bij het verminderen van de druk zakt de maagmucosa weer naar voren in de maag in de oorspronkelijke rozetvorm. Wij hebben dus even de vorm van het geraamte gezien, waarop het mucosarozet is gelegen; wij zouden dezelfde vorm gezien hebben in een maag waaruit de gehele mucosa was verwijderd.

Wij kunnen dus aannemen, dat het ventieleffect van het cardiamechanisme wordt veroorzaakt door de scheve inmonding van de slokdarm in de maag, terwijl de *afsluiting* wordt gehandhaafd door het rozet van maagmucosa. Wij hebben Röntgencinematographisch vastgesteld, dat het voedsel bij de hond 5—15 mm onder het diaphragma gedurende $\frac{1}{4}$ sec. werd tegengehouden, terwijl zich een soort „ampul" vormde. Het lijkt waarschijnlijk, dat het voedsel hier tegengehouden werd op de overgang van de gladde buis van slokdarmepitheel naar de gesloten rozet van maagmucosa. Deze bevinding is in overeenstemming met de conclusies van Dornhorst e.a. na drukmetingen (zie blz. 29).

Het staat wel vast, dat de scheve inmonding en het bestaan van het rozet nog geen voldoende ventielwerking waarborgen: na excisie van de linkerzijde van de diaphragmaring om de hiatus oesophageus verdwijnt het grootste deel van de ventielwerking, zoals door drukmeting bij een hond werd aangetoond. Dit deel van het diaphragma ligt juist in de incisura cardiaca en drukt hier ook tegen, want wij zagen soms bij honden de mucosa bij inspiratie als het ware naar binnen krullen. *Het diaphragma helpt dus mee om aan de linkerzijde de incisura cardiaca te onderhouden.* Het effect van deze doorsnijding van de diaphragmaring links kan men ook endoscopisch waarnemen (fig. 15).

Het is moeilijk de functie van de *fibrae obliquae* (fig. 16 en 17) aan te tonen. Hun ligging in de incisura suggereert sterk, dat zij ook helpen deze scherpe hoek te onderhouden. Doorsnijding van deze vezels heeft een minder scherpe incisuur tot gevolg (fig. 18).

De ventielwerking tussen slokdarm en maag wordt dus veroorzaakt door

de scheve inmonding, gesteund door de fibrae obliquae en het diaphragma; de afsluiting komt tot stand door het mucosarozet, dat zelf ook weer door diaphragma en fibrae obliquae gesteund wordt.

Nu heeft Dornhorst gevonden, dat dit ventiel bij passage van voedsel naar beneden al zwicht voor een druk van 4 mm Hg, terwijl het in omgekeerde richting een druk van 80 mm Hg kan weerstaan, bij diepe inspiratie met gesloten glottis. Wij menen dat de kwaliteit van het ventiel hierbij geflatteerd wordt voorgesteld, daar in het laatste geval het diaphragma zeker een grotere druk van rechts en links uitoefent op de slokdarm dan in het eerste. Het lijkt ons aannemelijk, dat het diaphragma dus niet alleen de ventielwerking versterkt, doch bij diepe inspiratie in beide richtingen afsluitend werkt, zoals trouwens uit de Röntgenologie bekend is. Weliswaar is er dan geen regurgitatie, doch ook de benedenwaartse passage is geblokkeerd.

Het spreekt vanzelf, dat het diaphragma zijn functie alleen goed kan vervullen als het op de juiste plaats gefixeerd is aan de slokdarm en de maag. Hiervoor zorgen het ligamentum phrenico-oesophageum tezamen met het ligamentum gastro-phrenicum en de haast steeds aanwezige plica gastro-phrenica (fig. 3, 4 en 5). De invloed van de wijze van ophanging van de arteria gastrica sinistra is nog onduidelijk. Bij in seriecoupes gesneden praeparaten van een antrum cardiacum en een hiatus hernia was deze arterie door een bindweefselband bevestigd aan het ligamentum phrenico-oesophageum (fig. 7).

CARDIA-INSUFFICIËNTIE BIJ NORMALE ANATOMISCHE VERHOUDINGEN

Wij hebben gezien, dat bij *opblazen* van de maag de mucosa van het rozet centrifugaal verstrijkt. De bovenrand van de ontstane opening wijkt niet, daar deze versterkt wordt door diaphragma en fibrae obliquae. De onderrand wijkt wel, namelijk naar rechts. Doorsnijdt men de linkerzijde van de diaphragmaring om de slokdarm dan wijkt ook de bovenrand (fig. 15*b*).

Bij *braken* geschiedt waarschijnlijk hetzelfde als wat wij zagen bij opblazen van de maag. De druk is hierbij zeker hoog genoeg om insufficiëntie te veroorzaken zonder dat van enig actief openen in het cardiagebied sprake behoeft te zijn.

De *physiologische insufficiëntie* van de cardia (blz. 35) zou men kunnen uitleggen als een gevolg van veranderingen in de tonus van de maag, waardoor de functie van de fibrae obliquae en van het rozet zou kunnen veranderen. Wij hebben gezien, dat het rozet haast nooit hetzelfde aspect heeft.

Bij de *hiatus hernia* bestaat weinig of geen scheve inmonding; de ventielwerking is dan ook meestal verloren gegaan. Voorts is de afsluiting verminderd, daar de steun van het diaphragma aan het rozet ontbreekt. Het rozet zelf en de fibrae obliquae zijn echter aanwezig en het is begrijpelijk, dat niet alle hiatus herniae regurgitatie vertonen.

De *malpositions cardio-tubérositaires* (blz. 33) hadden als kenmerk een cardia-insufficiëntie met gestoorde anatomie van het diaphragma en de ligamenteuze verbindingen, of een weinig scherpe hoek tussen slokdarm en maag, zonder dat een hiatus hernia bestond. Zoals in hoofdstuk IX werd aangetoond bestaat er wellicht een verband tussen een weinig scherpe incisura cardiaca en de aanwezigheid van een peptische ontsteking in de slokdarm.

Door *operaties in het cardiagebied* kunnen verschillende verstoringen van het mechanisme tot stand komen.

Bij de operatie van Heller wegens achalasie zullen de fibrae obliquae doorgesneden worden aan de voorzijde of aan voor- en achterzijde beide, als men de operatie ook aan de achterzijde uitvoert. Tevens bestaat de kans dat men de normale fixatie van het cardiagebied aan het diaphragma verstoort.

Verschillende plastieken van de cardia wegens achalasie doen het mucosarozet te niet dat de uiteindelijke waterdichte afsluiting vormt tussen slokdarm en maag, terwijl meestal de steun door de fibrae obliquae verdwijnt.

Bij het uitvoeren van een oesophago-gastrostomie wegens carcinoom in het cardiagebied worden alle factoren verstoord: de scheve inmonding, het rozet en de steun door de fibrae obliquae en door het diaphragma. Door resectie van een peptische stenose bereikt men eigenlijk hetzelfde effect, daar deze stenosen ongeveer ter hoogte van de overgang van slokdarm- naar maagepitheel gelegen zijn.

Experimenteel is bij honden gebleken (Sauvage [196], Hoag [102]), dat men het orale deel van de maag straffeloos kan reseceren, wanneer maar een kraagje van 1 cm maag aan de slokdarm ongemoeid wordt gelaten. Het is duidelijk, dat men in dat geval het rozet, dat de eigenlijke afsluiting vormt, intact laat. De ventielwerking moet hierbij verloren gegaan zijn, daar er geen sprake meer is van een scheve inmonding. Dat er desondanks bij deze honden geen oesophagitis ontstaat, kan men als volgt verklaren: er bestaat hier een afsluiting, gehandhaafd door het mucosarozet met mogelijk enige steun van het diaphragma. Deze afsluiting heeft geen ventielwerking, doch is onder normale omstandigheden voldoende om regurgitatie tegen te gaan. Bij diepe inspiratie zal het diaphragma dit rozet nog iets comprimeren en de neiging tot regurgitatie, welke dan bestaat, tegengaan. Verder moet

men bedenken dat enige regurgitatie nog geen oesophagitis behoeft te geven, daar de geregurgiteerde maaginhoud direct weer door de secundaire peristaltiek onder het rozet in de maag wordt gedreven. Wanneer de genoemde schrijvers echter bij resectie van het bovenste deel van de maag tevens 1 cm van het onderste gedeelte van de slokdarm reseceerden, ontstonden peptische complicaties van de slokdarm als teken van regurgitatie. Het is duidelijk, dat in dat geval het slijmvliesrozet is opgeofferd en dat een open verbinding is ontstaan tussen slokdarm en maag.

Bij de operatie, die door sommigen wordt uitgevoerd bij bloedende varices oesophagi, wordt de slokdarm vlak boven het diaphragma doorgesneden en weer gehecht. Hierbij wordt geen enkele factor verstoord, die bijdraagt tot de normale afsluiting tussen slokdarm en maag. Wij zagen bij een aldus geopereerde hond geen regurgitatie van de maag uit, al was er Röntgencinematographisch wel enige verandering in de voedselpassage aanwezig. Bij een Röntgenologisch na-onderzoek van 7 door Brom (Leiden) op deze wijze geopereerde patiënten was ook geen enkele afwijking in de cardiafunctie aantoonbaar.

Tenslotte is het bij de operatie van de hiatus hernia gebleken, dat men een goede cardiafunctie kan herkrijgen, wanneer de normale anatomische verhoudingen worden hersteld. Hierbij moet vooropgesteld worden, dat er geen ernstige peptische complicaties aanwezig mogen zijn, daar dan het mucosarozet niet meer normaal plooibaar is, terwijl een verstoorde secundaire peristaltiek in het ontstoken slokdarmgebied niet meer voldoende de geregurgiteerde maaginhoud kan terugdrijven. Bij het herstel van de anatomische verhoudingen streeft men er naar een te wijde hiatus oesophageus weer te vernauwen door de spierlus van het diaphragma achter de slokdarm bijeen te brengen. Verder wordt de slokdarm gefixeerd op de plaats van het ligamentum phrenico-oesophageum en de plica gastro-phrenica. Terwijl aldus de scheve inmonding weer tot stand komt, wordt deze onderhouden door hechtingen van de linkerzijde van de slokdarm vlak boven de incisura cardiaca aan het begin van de maagfundus. Deze operatietechniek lijkt zeer rationeel en blijkt in de praktijk uitstekend te voldoen.

Het is moeilijk een verklaring te vinden voor de peptische slokdarmafwijkingen, welke enkele malen worden aangetroffen in aansluiting aan een *operatie buiten het cardiagebied* zonder dat een hiatus hernia bestaat. Wel hebben wij gezien, dat men tijdens narcose onder bepaalde omstandigheden altijd regurgitatie kan opwekken. Verder toonde O'Mullane [153] aan, dat een maagslang de cardia insufficiënt kan maken omdat door tractie aan deze slang de slijmvliesplooien van de cardia verstrijken. Men leze in dit verband ook het artikel van Lodge [140].

Wij hebben hier onze gedachten weergegeven omtrent de afsluiting tussen slokdarm en maag. Het rozet van maagmucosa lijkt hierbij het belangrijkste. Wanneer dit niet meer normaal aanwezig is, wordt de cardia insufficiënt. Het rozet wordt bijeen gehouden door de omgevende spierwand, welke versterkt is door de fibrae obliquae van de maag en uitwendig gesteund wordt door het diaphragma. De scheve inmonding, die eveneens door diaphragma en fibrae obliquae in stand wordt gehouden, geeft aan de afsluiting bovendien nog het karakter van een ventiel.

CONSTRUCTIE OF VERVANGING VAN HET CARDIAMECHANISME

Voor deze taak ziet men zich vooral gesteld bij de therapie van een peptische stenose van de slokdarm boven een hiatus hernia. Het herstellen van de anatomische verhoudingen alléén geeft hierbij in het algemeen nog geen normale cardiawerking of vermindering van de stenose.

Er staan hierbij drie mogelijkheden open.

1. Resectie van de stenose en omhoogbrengen van de maag tot hoog in de thorax. De nadelige invloed van de respiratie valt hierbij weg, daar in maag en slokdarm dezelfde druk blijft bestaan tijdens de respiratie. De operatie is echter shockgevend en onphysiologisch.

2. Interpositie van een stuk jejunum tussen maag en slokdarm. Mocht hierna regurgitatie optreden, dan zal de maaginhoud niet of in veel mindere mate het gevoelige slokdarmepitheel bereiken. Hierbij zal men echter wel de kans op het ontstaan van jejunitis moeten onderzoeken.

3. Constructie van een klepmechanisme tussen slokdarm en maag. Het resultaat van de slokdarm-slijmvlies-plastiek volgens Watkins bij 4 honden werd reeds meegedeeld. Het is duidelijk dat wij hier met twee moeilijk te schatten factoren te maken hebben: de kracht van de peristaltiek, die groot genoeg moet zijn om de nieuwe „cardia" te openen, en de mate van afsluiting, die deze klep moet garanderen tegen regurgitatie. Van physiologisch standpunt bezien lijkt het logisch bij het construeren van een klep hiervoor bij voorkeur mucosa van de maag en niet van de slokdarm te gebruiken en deze klep van buiten af te steunen.

Bij deze drie mogelijkheden hebben wij niet ter sprake gebracht, dat men ter verlaging van de zuurgraad van de geregurgiteerde maaginhoud een deel van de maag kan reseceren.

CONCLUSIES

1. De slokdarm, waarvan als ondergrens de incisura cardiaca wordt aangenomen, zorgt uitsluitend voor het voortdrijven van voedsel.

Noch anatomisch noch physiologisch mag men aan het onderste deel van de slokdarm een sphincterwerking toekennen.

2. De afsluiting tussen slokdarm en maag heeft het karakter van een *ventiel*, als gevolg van de scheve inmonding van de slokdarm in de maag.

3. Deze scheve inmonding wordt in stand gehouden doordat de incisura cardiaca van buiten af passief gesteund wordt door de hierin gelegen lus van het diaphragma, terwijl aan de binnenzijde door de fibrae obliquae dezelfde rol vervuld wordt.

4. De genoemde passieve functie van het diaphragma is alleen mogelijk indien er normale verbindingen bestaan tussen de slokdarm en de maag enerzijds en het diaphragma anderzijds.

5. Het diaphragma vervult alleen tijdens de inspiratie een zekere actieve functie. De slokdarm wordt dan van beide zijden iets samengedrukt, terwijl de druk op de incisura cardiaca toeneemt.

6. De eigenlijke *afsluiting* van de maag wordt gevormd door een rozet van plooien van maagmucosa. Het bestaan van een mucosaklep of -lip moet ontkend worden.

7. Insufficiëntie van de cardia kan het gevolg zijn van een verstoring van een of meer der hierboven genoemde factoren. Bij een verloren gaan van de scheve inmonding en dus van de ventielwerking kan nog een afsluiting blijven bestaan als gevolg van de steun van het diaphragma, en — ook als deze steun is weggevallen — door de aanwezigheid van het mucosarozet en van de fibrae obliquae. Hoewel er dan geen ventielwerking meer aanwezig is, behoeft hiervan onder normale omstandigheden niet een dusdanige regurgitatie het gevolg te zijn dat ernstige slokdarmcomplicaties optreden.

SUMMARY AND CONCLUSIONS

Part one is a survey of present knowledge concerning the anatomy of the cardia and of its relationship to other structures. This section includes the different theories which have been suggested to explain the closing mechanism between the oesophagus and stomach, and the arguments which can be brought against these theories. Also are mentioned the circumstances under which incompetence of the cardia is demonstrable and those relationships between regurgitation and oesophagitis which are not yet definite. Certain facts concerning the peristalsis of the oesophagus and movements of the cardiac region of the oesophagus are considered.

In part two are described the results of our investigation into the anatomy of the cardiac region of the oesophagus and the connections between the oesophagus and the diaphragm. Included are the results of a Röntgen-cinematographic study of the movements of the oesophagus under normal and pathological circumstances, and also of endoscopical observations on the cardia through a gastric fistula. The function of the diaphragm and of the oblique fibres of the stomach is discussed. We now wish to summarise these two parts and draw some conclusions concerning the closure between the oesophagus and the stomach.

THE MECHANISM OF THE CARDIA

In order to discover if the oesophagus itself has a function in the closing mechanism of the cardia, we investigated in what way the distal part of the oesophagus, the so-called cardia, is distinguished from the part immediately above it.

In many cases in man one can find *anatomically* a considerable distension of the oesophagus just above the stomach. This is called the cardiac antrum (fig. 2). It was demonstrable in 24 out of 30 cases. The diameter of the cardiac antrum was on an average 1,7 × larger than that of the oesophagus. There was no relationship between the existence of a dilatation and the age of the patient but the diameter of the cardiac antrum was more in older age groups.

Pathological significance cannot therefore be attached to an anatomically demonstrable cardiac antrum. It is, however, impossible to assume a special function to the cardiac antrum, since it is not always present.

The presence of a cardiac antrum is not associated with greater mobility of the oesophagus in relation to the diaphragm.

The cardiac region of dogs was investigated as to whether it was *physiologically* distinguishable from the more proximal part of the oesophagus. Both Röntgen-cinematography and endoscopy through a gastric fistula were employed. In the first method small lead shot were attached through a thoracotomy to the outer longitudinal muscular layer of the oesophagus and to the muscular sling of the diaphragm which surrounds the oesophagus. At the same time through an oesophagoscope small pieces of silver thread were placed in the submucosa, using a special instrument (fig. 8). During the passage of food contractions of the muscular layer of the oesophagus could be seen by means of the lead shot, whilst the movements of the mucosal layer could be seen by observing the silver threads.

These movements were recorded Röntgen-cinematographically using an image intensifier tube. Employing a filmviewer the changes in distance between the balls and threads of silver both between each other and in relation to the diaphragm could afterward be measured and analysed (fig. 9 and 10).

It appears that the *peristaltic wave* which forces the food through the oesophagus to the stomach is characterized by an important shortening with a slight narrowing of the outer wall of the oesophagus (35 % and 0—10 % resp. of the original distance). Thus there occurs a narrowing of the lumen which begins when the second half of the bolus passes. Just below the bolus a relaxation probably takes place (fig. 21). The wall is forced over the food by the peristalsis. Owing to this movement the oesophageal wall and mucosa pass first in a oral direction, when the food is approaching, and later, after the passage of the food, in a downward direction. At the same time the mucosa moves passively, both during and after passage of the food, approximately 7 mm in a downward direction in relation to the muscular layer of the oesophagus.

By means of a stomach fistula, one can see a corresponding movement of the mucosa in the stomach. First the mucosa moves slightly in a oral direction (fig. 13) while, after the passage, a slight prolapse occurs.

The changes in diameter during passage of food are still visible 1.5 cm above the cardiac incisura, but these are not present at the side of the cardiac incisura itself. The changes in length of the last 1.5 cm segment can only be considered in a case of hiatus hernia since under normal circumstances this segment lies in an oblique direction and unavoidable mistakes in projection occur. With these hernias no regurgitation existed. In these cases changes in length of this last segment were exactly the same during the passage of food as of the part above it (fig. 20).

To conclude, we think that peristalsis progresses unchanged from the oesophagus to the cardiac incisura, and *there exists no part*

of the oesophageus near its connection to the stomach, which has a special pattern of movement.

In a cinematographic investigation of oesophageal peristalsis no movements under the cardiac incisura were observed on the outer side of the stomach. Also there was no movement of the mucosa of the stomach, as demonstrated by means of a stomach fistula.

Neither at the cardiac incisura, nor at the level of, or just above the diaphragm could a muscular sphincter be demonstrated anatomically (fig. 6).

The oesophageal wall takes part only in propelling the food and has no evident means for preventing regurgitation.

It is difficult to imagine that the *diaphragm* forms a closure between the oesophagus and the stomach. In the first place the subdiaphragmatic part of the oesophagus would be continuously exposed to the damaging effect of the stomach contents, and further it is inconceivable that the diaphragm could permit the food to pass in one direction and not in the other.

We have seen that the diaphragm plays a *passive* role which remains after the active diaphragmatic movements have been eliminated with curare: it supports the related cardiac strictures. This support is especially provided by the left part of the diaphragmatic sling. Excision of this left side causes a marked decrease in the valve-like action of the cardia.

The *active* role of the diaphragm can only be seen when the ring of the diaphragm descends during inspiration and the oesophagus is compressed from the right and left sides. In dogs passage takes place through the cardiac part independently of the phase of respiration. No impression of the diaphragm on the passing food is visible.

The only possibility that remains therefore is a valve mechanism caused by the *oblique inlet* of the oesophagus into the stomach. The final waterproof closure is produced by the mucosa. Much is written in the literature about a mucosal lip or fold which closes the stomach when a higher pressure in the stomach causes a tendency to regurgitation. This fold has never been clearly demonstrated and is certainly absent when viewed through a stomach fistula. What does exist is a *rosette of the stomach mucosa* whose folds bend in the direction of the oesophagus. This rosette projects somewhat into the lumen when the stomach is slightly distended (fig. 11 and 12). If the stomach is evaginated so that the mucosa is on the outer side, there still appears to be an excess of mucosal folds around the oesophageal inlet.

The stomach mucosal rosette forms a barrier against regurgitation of the stomach contents. It does not supply an explanation for the valve mechanism which must exist at this very place. The valve is obvious, however, when we distend the stomach so far with air that regurgitation occurs. First the stomach is so distended that the mucosal

folds are flattened not only in the cardiac region but also in large areas of the rest of the stomach. After this an open connection appears between the oesophagus and stomach. One sees this opening as an eliptical form with its long axis tranverse to the minor curvature (fig. 14). The mucosa is well tensed over the upper border (i.e. what externally is called cardiac incisura). When the pressure is now decreased the gastric mucosa drops forward again in the stomach to its original rosette form. Thus there is seen for a moment the form of the structure on which the rosette is lying. We could have observed the same form if the mucosa had been totally removed from the stomach.

Therefore it must be that the *valvelike action* of the cardiac mechanism is caused by the oblique entrance of the oesophagus into the stomach, whilst the *closure* itself is maintained by the rosette of the stomach mucosa. We have determined Röntgen-cinematographically that in dogs the food is retained 5—15 mm under the diaphragm for $\frac{1}{4}$ sec. while a sort of "ampulla" was formed. It seems probable that the food is here retained at the place where the smooth tube of oesophageal epithelium changes over to the closed rosette of stomach mucosa. This finding is in agreement with the conclusions of Dornhorst using pressure measurements (see p. 29).

There now exists agreement that the oblique entry and the existence of the rosette do not guarantee a sufficient valve mechanism. After excision of the left side of the diaphragmatic ring around the oesophageal hiatus, the greater part of the valve mechanism disappears, as was demonstrated during pressure measurements in a dog. This part of the diaphragm lies just in the cardiac incisura and presses against it, for we sometimes saw in a dog the mucosa curl inside during inspiration. Thus *the diaphragm helps on the left side to maintain the cardiac incisura.* The effect of cutting the diaphragmatic ring on the left side can also be seem endoscopically (fig. 15).

It is difficult to demonstrate the function of the *oblique fibres* (fig. 16 and 17). Their position in the incisura strongly suggests that they assist in maintaining this sharp angle. Section of the fibres produces a blunting of the incisura (fig. 18).

The valve action between the oesophagus and stomach is thus formed by the oblique entry which is supported by the oblique fibres and the diaphragm. Closure is effected by the mucosal rosette which is again supported by the diaphragm and the oblique fibres.

Dornhorst found that during the passage of food this valve always gives way in a downward direction to a pressure of 4 mm Hg, but it can resist a pressure of 80 mm Hg in reverse direction during deep inspiration with glottis closed. We think that the quality of the valve is exaggerated by Dornhorst, because in the last case the diaphragm certainly exerts a greater pressure from right and left on the oeso-

phagus than in the first case. It seems reasonable to us, as is also known from radiological studies, that the diaphragm during deep inspiration not only strengthens the valve action but also assists in closing the oesophagus in both directions. Although there is then no regurgitation, the downward passage is also blocked.

It is self-evident that the diaphragm can only function properly if it is fixed in the right place to the oesophagus and stomach. This fixation is formed by the phrenico-oesophageal ligament together with the gastro-phrenic ligament and the gastro-phrenic fold that is nearly always present (fig. 3, 4 and 5). The importance of the method of suspension of the left gastric artery is not yet clear. In preparations of a cardiac antrum and a hiatus hernia sectioned in series, this artery was fixed to the phrenico-oesophageal ligament by a band of connective tissue (fig. 7).

CARDIAC INCOMPETENCE WITH NORMAL ANATOMY

We have seen that in *distending the stomach* with air the mucosa of the rosette flattens centrifugally. The upper order of the formed opening does not give way as it becomes strengthened by the diaphragm and the oblique fibres. The lower border gives way to the right (fig. 14). When the left side of the diaphragmatic sling around the oesophagus is cut, the upper border also gives way (fig. 15*b*). No such displacement is seen when the right side of the sling is cut (fig. 15*a*).

During *vomiting* the same probably occurs as when the stomach is experimentally distended. Pressure during vomiting is certainly great enough to cause an imcompetence without the necessity for the occurrence of an active opening in the cardiac region.

The „*physiological incompetence*" of the cardia (p. 35) can be explained by changes in the tonicity of the stomach, as a result of which the function of the oblique fibres and the rosette also might change. We have seen that the rosette rarely has the same appearence.

CARDIAC INCOMPETENCE WITH ABNORMAL ANATOMY

When there is a *hiatus hernia* * little or no oblique entry exists, and the valve action generally also is lost. The action of the closing mechanism is decreased, since the support of the diaphragm to the rosette is lacking. The rosette itself and the oblique fibres are present however, and it is understandable that not all hiatus hernias show regurgitation.

The so-called „*malpositions cardio-tubérositaires*" (p. 33) showed cardiac incompetence with disturbed anatomy of the diaphragm and the ligamental connections, or a blunted angle between the oesophagus and stomach without the presence of a hiatus hernia. As was demonstrated in chapter IX, there may exist a relationship between a

* As used here this term is restricted to the sliding type of hernia.

blunted cardiac incisura and peptic inflammation in the oesophagus.

Following *operations on the cardiac region*, several disturbances to the mechanism can occur.

During Heller's operation for achalasia, the oblique fibres are cut on the ventral side or, if the operation is performed on the dorsal side as well, both on the ventral and dorsal sides. At the same time the possibility exists that the normal fixation of the cardiac region to the diaphragm will be disturbed.

Several plastic operations on the cardia for achalasia destroy not only the mucosal rosette forming the real water-tight closure between the oesophagus and stomach, but also in most cases the support of the oblique fibres.

In carrying out oesophago-gastrostomy for carcinoma of the cardia region, all factors are disturbed: the rosette, the oblique entry and the support of the oblique fibres and of the diaphragm. During resection for peptic stenosis the same effect is achieved, since the stenosis lies approximately at the level of the transition of oesophageal to gastric epithelium.

Experimentally it has been demonstrated (Sauvage [196], Hoag [102]) that the proximal part of the stomach can be resected without harm if only a collar of 1 cm of stomach is left attached to the oesophagus. It is clear then that in that case the rosette is left intact. The valve action must however be lost as no oblique entry remains. Nevertheless no oesophagitis occurred in these dogs. This can be explained as follows. There only exists a closure which does not have the character of a valve. This is maintained by the mucosal rosette, possibly with support from the diaphragm. The closure is sufficient to prevent regurgitation under normal circumstances. During deep inspiration the diaphragm will compress this rosette which will counteract the tendency for regurgitation. One should also bear in mind that some regurgitation does not necessarily cause oesophagitis and that the regurgitated material will immediately be propelled beneath the rosette into the stomach again by secondary peristalsis. When the above-mentioned writers resected the upper part of the stomach and the distal 1 cm of the oesophagus, peptic complications of the oesophagus occurred as a sign of regurgitation. It is clear that in this case, the mucosal rosette was absent and that there was an open connection between the oesophagus and stomach.

During the operation sometimes performed for bleeding oesophageal varices, the oesophagus is sectioned just above the diaphragm and sutured again. In these cases, there is no disturbance of any of the factors involved in the normal closure between the oesophagus and stomach. We saw no regurgitation from the stomach in such an operated dog although observed by Röntgen-cinematography there were some changes visible in the passage of the food. In a radio-

logical follow-up investigation of 7 patients who were operated on this way by Brom (Leiden), no changes in the cardiac function were demonstrable at all.

In operations for hiatus hernia, good cardiac function can be regained when normal anatomical relationships are restored. It is proposed that there should be no serious peptic complications, because in peptic complications the mucosal rosette is no longer normally pliable. Furthermore a disturbed secondary peristalsis in the inflamed oesophageal region cannot force back sufficiently the regurgitated stomach contents. The aim during restoration of the anatomical relationships is to narrow a widened oesophageal hiatus by reassembling the muscular sling of the diaphragm behind the oesophagus. The oesophagus is further attached to the diaphragm at the position of the phrenico-oesophageal ligament and the gastrophrenic fold. The attempt to restore the oblique entry is further achieved by stitching the left side of the oesophagus just above the cardiac incisura to the beginning of the fundus of the stomach. This seems to be a rational operative technique and to be effective in practice.

It is difficult to find an explanation for the peptic disorders of the oesophagus that sometimes occur after an *operation away from the cardia* and without a hiatus hernia. It is known that during anaesthesia, regurgitation can always occur under special circumstances. O'Mullane [153] further showed that the cardia can be made incompetent with a stomach tube. By applying traction to the tube, the mucosal folds of the cardia are flattened (c.f. Lodge [140]).

We have expressed our opinion concerning the closure between the stomach and the oesophagus. The mucosal rosette seems to be the essential part. When this is absent, the cardia is incompetent. It is kept together by the surrounding muscle layer, strengthened by the oblique fibres of the stomach, and supported externally by the diaphragm. The oblique entry which is maintained by the diaphragm and oblique fibres gives the character of a valve to the closing mechanism.

THE PROBLEM OF CONSTRUCTION OR SURGICAL REPLACEMENT OF THE CARDIAC MECHANISM

This problem occurs especially during treatment for peptic stenosis of the oesophagus above a hiatus hernia. Generally speaking restoration of the anatomical relationships does not assure here a normal cardiac function or a decrease of the stenosis.

There are three available possibilities:

1. Resection of the stenosis and bringing the stomach up to a high level in the thorax. The unfavourable respiratory effect is eliminated since there exists the same pressure both in the oesophagus and stomach

during respiration. However the operation causes shock and is unphysiological.

2. Interposition of a piece of jejunum between the oesophagus and stomach. If regurgitation occurs afterward, the stomach contents reach the sensitive oesophageal epithelium to a slight degree or not at all. One has however to consider seriously the possibility of jejunitis.

3. Construction of a valve mechanism between oesophagus and stomach. The result of the plastic oesophageal-mucosal operation of Watkins et al. in 4 dogs has allready been referred to. It is clear that we have to deal with two factors which are difficult to assess: the force of the peristalsis, which has to be great enough to open the "new cardia", and the degree of closing which the valve has to maintain against regurgitation. For the construction of a valve, it seems physiologically preferable to use stomach mucosa above oesophageal mucosa and to give this valve certain external support.

In these three possibilities we did not discuss the fact that one can resect a part of the stomach to decrease the acid contents of the regurgitated gastric material.

CONCLUSIONS

1. The oesophagus, which as defined here extends downward to the cardiac incisura, is reponsible only for propulsion of the food. Neither anatomically nor physiologically can one ascribe a sphincter-like action to the distal part of the oesophagus.

2. The closure between the oesophagus and stomach has the character of a valve because of the oblique entry of the oesophagus into the stomach.

3. This oblique entry is maintained, since the cardiac incisura is passively supported externally by the sling of the diaphragm and internally by the oblique fibres.

4. The passive function of the diaphragm is only possible if there exist normal relationships between the oesophagus and stomach on the one hand and the diaphragm on the other.

5. The diaphragm performs only an active function during inspiration. Pressure then increases on the cardiac incisura and the oesophagus is slightly compressed laterally.

6. The real closure of the stomach is formed by a rosette of stomach mucosal folds. The existence of one mucosal fold or lip must be denied.

7. Cardiac incompetence can result from a disturbance of one or more of the above-mentioned factors.

LITERATUUR

1. Åkerlund, Å.: Hernia diaphragmatica hiatus oesophagei vom anatomischen und Röntgenologischen Gesichtspunkt. Acta radiol. 1926, 6: 3.
2. Alexander, J.: The collapse therapy of pulmonary tuberculosis. London 1937, Baillière, Tindall & Co.
3. Allison, P. R., Johnstone, A. S. and Royce, G. B.: Short esophagus with simple peptic ulceration. J. thor. surg. 1943, 12: 432.
4. Allison, P. R.: Peptic ulcer of the oesophagus. Thorax 1948, 3: 20.
5. Allison, P. R.: Reflux esophagitis, sliding hiatal hernia, and the anatomy of repair. S.G.O. 1951, 92: 419.
6. Allison, P. R. and Johnstone, A. S.: The oesophagus lined with gastric mucous membrane. Thorax 1953, 8: 87.
7. Alphen, P. M. van, Burger, G. C. E., Oosterkamp, W. J., Teves, M. C. und Tol, T.: Detailerkennbarkeit bei Durchleuchtung und Fotographie mit der Bildverstärkerröhre. Fortschr. Roentgenstr. 1952, 77: 469.
8. Alvarez, W. C.: An introduction to gastro-enterology. New-York 1948, P. B. Hoeber.
9. Anders, H. E. und Bahrmann, E.: Ueber die sogenannten Hiatushernien des Zwerchfells im höheren Alter und ihre Genese. Zschr. f. klin. Med. 1932, 122: 736.
10. Anderson, O. E.: Lower esophagus problems. Laryngoscope 1954, 64: 183.
11. Arey, L. B. and Tremaine, M. J.: The muscle content of the lower oesophagus of man. Anat. record 1933, 56: 315.
12. Arnold, F.: Bemerkungen über den Bau des Hirns und Rückenmarks etc. Untersuch. im Geb. d. Anat. u. Phys. 1838, p. 211.
13. Aschoff, L.: Ueber die Dreiteilung des Magens mit besonderer Berücksichtigung der Schleimhautverhältnisse. Pflüger's Arch. f. Physiol. 1923, 201: 67.
14. Aufschneiter, A. von: Die Muskelhaut des menschlichen Magens. Sitzgsber. Akad. Wiss. Wien, Math. Naturwiss. Kl. 1894, 103, Abt. 3: 75.
15. Aylwin, J. A.: The physiological basis of reflux oesophagitis in sliding hiatal diaphragmatic hernia. Thorax 1953, 8: 38.
16. Bakwin, H., Galenson, E. and Levine, B. E.: Roentgenographic appearance of the esophagus in normal infants. Am. j. dis. child. 1944, 68: 243.
17. Baronti, A. C.: Congenital esophageal dilatation in a cocker puppy. N. Amer. veter. 1950, 31: 667.
18. Barrett, N. R.: Report of a case of spontaneous perforation of the oesophagus succesfully treated upon by operation. Br. j. surg. 1947, 35: 216.
19. Barrett, N. R. and Franklin, R. H.: Concerning the unfavorable late results of certain operations performed in the treatment of cardiospasm. Br. j. surg. 1949, 37: 194.
20. Barrett, N. R.: Chronic peptic ulcer of the oesophagus and „oesophagitis". Br. j. surg. 1950, 38: 175.
21. Barrett, N. R.: Hiatus hernia. Br. j. surg. 1954, 42: 231.
22. Bartelheimer, H. und Jansson, H.: Motilitätsstudiën an Kardia und Oesophagus. D. Arch. klin. Med. 1950, 197: 578.
23. Basslinger, J.: Rhytmische Zusammenziehungen an der Cardia des Kaninchenmagens. Untersuch. z. Naturlehre d. Menschen u. Tiere 1860, 7: 359.
24. Belsey, R.: Discussion on hiatus hernia and oesophagitis. Proc. Roy. soc. med. 1953, 46: 941.

25. Benedict, E. B. and Gillespie, J. E. O'N.: Peptic stenosis of the esophagus. S.G.O. 1954, 98: 494.
26. Berenberg, W. and Neuhauser, E. B. D.: Cardio-esophageal relaxation („Chalasia"). Pediatrics 1950, 5: 414.
27. Bergmann, G. von: Das „epiphrenale Syndrom", seine Beziehung zur Angina pectoris und zum Kardiospasmus. D. med. Wschr. 1932, 16: 605.
28. Bergmann, G. von: Funktionelle Pathologie. Berlin 1932, p. 75.
29. Bergquist, B.: Contribution to the question of limited oesophagitis. Acta oto-laryngolog. 1946, 33: 256.
30. Berk, M.: Cardio-esophageal relaxation. Gastroenterology 1945, 5: 290.
30*a*. Blankaart, S.: Nieuw hervormde anatomie ofte ontleedkonst. Amsterdam 1696, pag. 390.
31. Boerema, I.: Chronische slokdarmontsteking. N. T. v. G. 1954, 98: 2874.
32. Boerhaave, H.: Institutiones medicae. Lugd. Bat. 1746, p. 75.
33. Bohnius, D. I.: Circulus anatomico-physiologicus. Lipsiae 1710, p. 126, 129.
34. Bosher, L. H. and Taylor, F. H.: Heterotopic gastric mucosa in the esophagus with ulceration and stricture formation. J. thor. surg. 1951, 21: 306.
35. Brick, I. B. and Amory, H. I.: Incidence of hiatus hernia in patients without symptoms. Arch. surg. 1950, 60: 1045.
36. Brody, D. A., Lawson, J. D. and Quigley, J. P.: The production of waves of inhibition in the esophageal-fundic region. Feder. proc. 1948, 7: 13.
37. Broek, A. J. P. v. d., Boeke, J. en Barge, J. A. J.: Leerboek der beschrijvende ontleedkunde van den mensch; deel III, p. 55. Utrecht 1940, Oosthoek ed.
38. Brown Kelly, A.: Ascending fibrosis of the oesophagus and its relation to the presence of islets of gastric mucosa. J. laryng. & otol. 1939, 54: 621.
39. Bund, R.: Ein Fall von rechtsseitiger Hernia diaphragmatica mit Austritt des Magens in den persistierenden Recessus pneumato-entericus dexter. Frankf. Zschr. f. Pathol. 1918, 21: 243.
40. Burget, G. E. and Zeller, W. E.: Observations on the cardia in unanaesthetized animals. Am. j. phys. 1936, 116: 21.
41. Butin, J. W., Olsen, A. M., Moersch, H. I. and Code, C. F.: A study of esophageal pressures in normal persons and patients with cardiospasm. Gastroenterology 1953, 23: 278.
42. Buytendijk, H. J.: Oesophagusdruk en longelasticiteit. Groningen 1949. I. Oppenheim N.V.
43. Cannon, W. B.: Esophageal peristalsis after bilateral vagotomy. Am. j. phys. 1907, 19: 436.
44. Cannon, W. B.: The mechanical factors of digestion. London 1911, E. Arnold & Co.
45. Cannon, W. B. and Lieb, C. W.: The receptive relaxation of the stomach. Am. j. phys. 1912, 29: 267.
46. Carey, J. M. and Hollinshead, W. H.: An anatomic study of the esophageal hiatus. S.G.O. 1955, 100: 196.
47. Carlson, A. J. and Luckhardt, A. B.: The conditions of the esophagus during the periods of the gastric hungercontractions. Am. j. phys. 1914, 33: 126.
48. Carlson, A. J., Boyd, T. E. and Pearcy, J. F.: The innervation of the cardia and the lower end of the esophagus in mammals. Am. j. phys. 1922, 61: 14.
49. Carré, I. J., Astley, R. and Smellie, J. M.: Minor degrees of partial thoracic stomach in childhood. Lancet 1952, 263: 1150.
50 Carver, G. M. and Sealy, W. C.: Peptic esophagitis. Arch. surg. 1954, 68: 286.
51. Catalano, D.: Aspetti radiologici dell'esophago inferiore: l'ampolla frenica e l'antrocardiale. Excerpt in S.G.O. abstr. 1954, 99: 412.

52. Cleaver, E. E.: Chronic peptic ulceration of the oesophagus. Am. j. dig. dis. 1943, 10: 319.
53. Code, C. F., Hightower, N. C. and Morlock, C. G.: Motility of the alimentary canal in man. Am. j. med. 1952, 13: 328.
54. Cornell, A. and Winkelstein, A.: Partial gastric resection for peptic ulcer of the esophagus. Gastroenterology 1950, 16: 720.
55. Creamer, B.: Oesophageal reflux. Lancet 1955, 1: 279.
56. Cross, F. S. and Wangensteen, O. H.: Role of bile and pancreatic juice in production of esophageal erosions and anemia. Proc. soc. exper. biol. & med. 1951, 77: 862.
57. Dahmann, H.: Hiatus oesophageus oder Kardia? Zschr. Hals usw. Heilkunde 1931, 28: 262.
58. Danielopulu, D., Simici, D. et Dimitru, C.: Recherches sur la motilité de l'oesophage chez l'homme. J. de physiol. et de pathol. gén. 1924, 22: 595.
59. Davis, E. D. D.: Discussion on treatment of achalasia of the cardia. Proc. Roy. soc. med. 1950, 43: 432.
60. Davis, E. D. D.: The anatomy of the cardiac end of the oesophagus applied to hiatus hernia and achalasia. J. laryng. & otol. 1953, 67: 139.
61. Décortis-Constant: Vomissements dus à la relaxation cardio-oesophagienne. Rev. méd. Liège 1952, 7: 611.
62. Dey, F. L., Gilbert, N. C., Trump, R. and Roskelley, R. C.: Reflex shortening of the esophagus in the experimental animal with the production of esophageal hiatus hernia. J. lab. & clin. med. 1946, 31: 499.
63. Dick, R. C. S. and Hurst, A.: Chronic peptic ulcer of the oesophagus and its association with congenitally short oesophagus and diaphtagmatic hernia. Quart. j. med. 1942. 11: 105.
64. Dornhorst, A. C. and Leathart, G. C.: A method of assessing the mechanical properties of lungs and air passages. Lancet 1952, 2: 109.
65. Dornhorst, A. C., Harrison, K. and Pierce, J. W.: Observations on the normal oesophagus and cardia. Lancet 1954, 1: 695.
66. Double, A. le: Variations du système musculaire de l'homme. Paris 1897.
67. Duhamel, B. et Masse, N. P.: Les anomalies de fonction et de position du cardia chez le nouveau-né. Etudes néo-natales 1953, 2: 163.
68. Dunhill, Th.: Diaphragmatic hernia. Br. j. surg. 1935, 22: 475.
69. Eisler, P.: Muskeln des Stammes. Bardelebens Handb. d. Anat. 2-II, Jena 1912.
70. Evans, J. A.: Sliding hiatus hernia. Am. j. Roentg. 1952, 68: 754.
71. Ferguson, D. J. e.a.: Studies on experimental esophagitis. Surgery 1950, 28: 1022.
72. Findley, L. and Brown Kelly, A.: Congenital shortening of the oesophagus and the thoracic stomach resulting therefrom. Proc. Roy. soc. med. 1931: 24: 1560.
73. Flipse, M. E.: Spontaneous rupture of the esophagus. Dis. chest 1951, 19: 165.
74. Forssell, G.: Ueber die Beziehung der auf den Röntgenbildern hervortretenden Formen des menschlichen Magens zur Muskelarchitektur der Magenwand. Münch. med. Wschr. 1912, 59: 1588.
75. Friedberg, S. A.: Observation on the esophagus following vagotomy. Ann. otol. rhinol. 1950, 59: 751.
76. Friedenwald, J., Feldman, M. and Zinn, W. F.: Ulceration of the esophagus. Arch. int. med. 1928, 42: 521.
77. Fry, D. L. e.a.: The measurement of intraesophageal pressure and its relationship to intrathoracic pressure. J. lab. clin. med. 1952, 40: 664.
78. Fulde, E.: Ueber die Anatomie und Physiologie des unteren Speiseröhrenabschnittes. D. Zschr. f. Chir. 1934, 242: 580.
79. Ganter, G.: Ueber die vom Schluckakt unabhängige Peristaltik des menschlichen Oesophagus. Zschr. f. Biol. 1925, 83: 309.

80. Germs, R.: Hernia diaphragmatica. N. T. v. G. 1954, 98: 1630.
81. Geever, E. D. and Merendino, K. A.: An evaluation of esophagitis in dogs following the Heller and Gröndahl operations with and without vagotomy. Surgery 1953, 34: 742.
82. Giuseffi, V. J., Grindlay, J. H. and Schmidt, H. W.: Canine esophagitis following experimentally produced esophageal hiatal hernia. Proc. Staff-meetings Mayo clinic 1954, 29: 399.
83. Golden Ross: Röntgen-ray examination of the digestive tract. New-York 1949, Thomas Nelson & sons.
84. Goltz, F.: Studium über die Bewegungen der Speiseröhre und des Magens der Frösche. Pflüger's Arch. f. ges. Physiol. 1872, 6: 588.
85. Grondahl, J. W. and Haney, H. F.: Attempt to produce experimental cardiospasm in dogs. Proc. soc. exp. biol. med. 1940, 44: 126.
86. Gubaroff, A. von: Ueber den Verschluss des menschlichen Magens an der Cardia. Arch. f. Anat. u. Phys. Anat. Abt. 1886, p. 395.
87. Hacker, V. von: Ueber die nach Verätzungen entstehenden Speiseröhren-verengerungen. Wien 1889, p. 27 en 104.
88. Hafter, E.: Die Hiatushernie als differentialdiagnostisches Problem. Schw. med. Wschr. 1954, 84: 266.
89. Harrington, S. W.: Esophageal hiatus diaphragmatic hernia. J. thor. surg. 1938, 8: 127.
90. Harrington, S. W. and Kirklin, B. R.: The clinical and Roentgenologic manifestations and surgical treatment of diaphragmatic hernia, with a revue of 131 cases. Radiology 1938, 30: 147.
91. Harrington, S. W.: Diagnosis and treatment of various types of diaphragmatic hernia. Am. j. surg. 1940, 50: 381.
92. Harrington, S. W.: Various types of diaphragmatic hernia treated surgically. S.G.O. 1948, 86: 735.
93. Harrington, S. W.: Esophageal hiatal diaphragmatic hernia. S.G.O. 1955, 100: 277.
94. Hayek, H. v.: Die Kardia und der Hiatus oesophageus des Zwerchfells. Zschr. f. Anat. u. Entwickl. Gesch. 1933, 100: 218.
95. Helvetius, M.: Observations anatomiques sur l'estomac de l'homme. Hist. de l'Acad. Royale des Sciences 1719, p. 336.
96. Hillemand, P., Chêne, P. et Brulé, G.: Les dyskinésies oesophagiennes. Arch. mal. app. dig. 1952, 40: 138.
97. Hillemand, P. e.a.: Hernie diaphragmatique et grossesse, ses rapports avec le pyrosis de la femme enceinte. Bull. et mém. soc. méd. hôp. Paris. 1953, no 9, p. 229.
98. Hillemand, P., Beau, H. et Bernard, H.: Etudes critiques de certains aspects de l'extrémité inférieure de l'oesophage. Presse méd. 1953, 61: 1229.
99. Hillemand, P., Wattebled, R. et Bennett: A propos du reflux gastro-oesophagien de l'adulte. Presse méd. 1954, 62: 111.
100. His, W.: Studiën an gehärteten Leichen über Form und Lagerung des menschlichen Magens. Arch. anat. Entw. Gesch. 1903, p. 345.
101. Hitzenberger, K. und Reich, L.: Studiën über die Form und Lage des Magens an der Hand von Ausgüssen mit einer rasch erstarrenden Masse. Wien. Arch. inn. Med. 1924, 9: 187.
102. Hoag, E. W., Kiriluk, L. B. and Merendino, K. A.: Experiences with upper gastrectomy, its relationship to esophagitis, with special reference to the esophago-gastric junction and diaphragm. Am. j. surg. 1954, 88: 44.
103. Holinger, P. H., Johnston, K. C., Potts, W. J. and Cunha, F. da: The conservative and surgical management of benign strictures of the esophagus. J. thor. surg. 1954, 28: 345.

104. Hoover, W. B.: The esophagus: a clinical evaluation. Ann. otol. rhinol. 1952, 61: 1148.
105. Hurst, A. F. and Oxon, M. A. M. D.: Les sphincters du canal alimentaire et leur signification clinique. Arch. mal. app. dig. 1925, 15: 1.
106. Hurst, A. F.: The treatment of achalasia of the cardia. Lancet 1927, 1: 618.
107. Husfeldt, E., Thomsen, G. and Wamberg, E.: Hiatal hernia and short oesophagus in children. Thorax 1951, 6: 56.
108. Husfeldt, E.: Hiatal hernias. Acta chir. Scand. 1952, 103: 467.
109. Husfeldt, E.: Hiatus hernia in infants and adults. Great Ormond street journal 1953, 6: 71.
110. Husfeldt, E.: Persoonlijke mededeling 1953.
111. Hwang, K., Essex, H. E. and Mann, F. C.: A study of certain problems resulting from vagotomy in dogs, with special reference to emesis. Am. j. phys. 1947, 149: 429.
112. Hwang, K.: Mechanism of transportation of the content of the esophagus. J. appl. physiol. 1954, 6: 781.
113. Jackson, Ch.: The diaphragmatic pinchcock in so-called „Cardiospasm". Laryngoscope 1922, 32: 139.
114. Jackson, Ch.: Bronchoscopy and esophagoscopy. Philadelphia 1922, W. B. Saunders ed.
115. Jarre, H. A.: Röntgencinematography. Med. physics, 1944, O. Glasser, the yearbookpubl. inc.
116. Joannides, M.: The relation of the hiatus esophageus of the diaphragm to the stomach. Arch. int. med. 1929, 43: 61.
117. Joannides, M.: Influence of the diaphragm on the esophagus and on the stomach. Arch. int. med. 1929, 44: 856.
118. Johnstone, A. S.: Peptic ulceration of the oesophagus with partial thoracic stomach. Br. j. radiol. 1943, 16: 357.
119. Johnstone, A. S.: Non malignant conditions of the oesophagus. Br. j. radiol. 1946, 19: 101.
120. Johnstone, A. S.: Reflexion on hiatus hernia and related problems. Radiology 1954, 62: 750.
121. Jutras, A., Levrier, P. et Longtin, M.: Etude radiologique de l'oesophage paradiaphragmatique et du cardia. J. radiol. électr. 1949, 30: 373.
122. Kay, E. B.: The inferior esophageal constrictor in relation to lower esophageal disease. J. thor. surg. 1953, 25: 1.
123. Kelling, G.: Ueber den Mechanismus der acuten Magendilatation. Arch. f. klin. Med. 1901, 54: 393.
124. Kiesel, G. K.: Congenital esophageal dilatation in a great Dane puppy. Cornell Vet. 1951, 41: 36.
125. Kiriluk, L. B. and Merendino, K. A.: Further experiences in the dog with esophageal pathology following esophago-gastrectomy. Surg. forum 1952, p. 59.
126. Kiriluk, L. B. and Merendino, K. A.: The comparative sensivity of the mucosa of the various segments of the alimentary tract in the dog to acid-peptic action. Surgery 1954, 35: 547.
127. Knight, G. C.: The relation of the extrinsic nerves to the functional activity of the esophagus. Br. j. surg. 1934, 22: 155.
128. Knight, G. C. and Adamson, W. A. D.: Achalasia of the cardia. Proc. r. soc. med. 1935, 28: 891.
129. Knothe, W.: Die „Hiatushernien" vom Standpunkt des Röntgenologen. D. med. Wschr. 1932, 16: 609.
130. Koeppen, S. und Frank, P.: Anatomische Untersuchungen über Hernien des Hiatus oesophageus. D. med. Wscht. 1933, 59: 211.
131. Kramer, P. and Ingelfinger, F. J.: Motility of human esophagus in control subjects and in patients with esophageal disorders. Am. j. med. 1949, 7: 168.

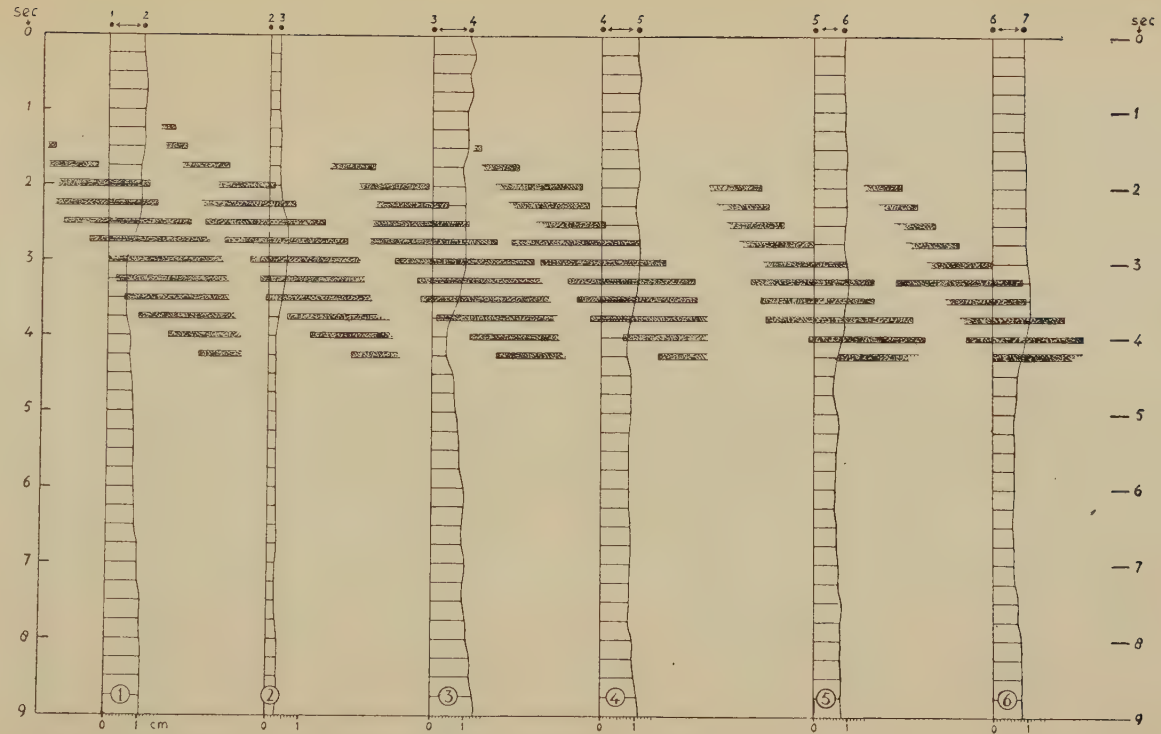
132. Laimer, E.: Beitrag zur Anatomie der Oesophagus. Med. Jahrb. Wien 1883, p. 333.
133. Lam, C. R. and Kenney, L. J.: The problem of the hiatus hernia of the diaphragm. J. thor. surg. 1954, 27: 1.
134. Laren, J. W. Mc: Kymography and its application to oesophageal movement. Br. j. radiol. 1943, 16: 270.
135. Lawler, N. A. and Creath, N. D. Mc: Gastro-oesophageal regurgitation. Lancet 1951, 2: 369.
136. Leigh Collis, J., Satchwell, L. M. and Abrams, L. D.: Nerve supply of the crura of the diaphragm. Thorax 1954, 9: 22.
137. Lendrum, F. C.: Anatomic features of the cardiac orifice of the stomach. Arch. int. med. 1937, 59: 474.
138. Lerche, W.: The esophagus and pharynx in action. Springfield 1950, C. C. Thomas ed.
139. Levrier, P. et Boulonys, J.: Les contractions tertiaires de l'oesophage. J. radiol. électr. 1950, 31: 720.
140. Lodge, K. V.: Non specific oesophagitis. Thorax 1955, 10: 56.
141. Lortat Jacob, J. C. et Robert, P.: Les malpositions cardio-tubérositaires. Arch. mal. app. dig. 1953, 42: 750.
142. Luschka, H.: Das Antrum cardiacum des menschlichen Magens. Virchow's Arch. f. Path. 1857, 11: 427.
143. Magendie: Mémoire sur l'oesophage, lus à l'Institut 11 Oct. 1813. Nouv. Bull. de soc. philom. 1815, p. 46.
144. Malm, A.: Cardioplasty in the surgical treatment of achalasia of the oesophagus. Scand. j. clin. lab. invest. 1951, suppl. 1.
145. Markoff, N.: Zur Pharmako-Radiographie der Speiseröhre. Helv. med. act. 1951, 18: 378.
146. Mayo, H.: Outlines of the human physiology. London 1829, p. 155, 175.
147. Meltzer, S. J.: A further experimental contribution to the knowledge of the mechanism of deglutition. J. exp. med. 1897, 2: 453.
148. Meltzer, S. J.: Ein Beitrag zur Kenntnis der Reflexvorgänge, welche den Ablauf der Peristaltik des Oesophagus kontrollieren. Zentrbl. f. Physiol. 1906, 19: 993.
149. Meltzer, S. J.: Deglutition through an esophagus partly deprived of its muscularis, with demonstration. Proc. soc. exper. biol. med. 1907, 4: 40.
150. Mosher, H. P.: The liver tunnel and cardiospasm. Laryngoscope 1922, 32: 348.
151. Mosher, H. P. and Gregor, G. W. Mc: A study of the lower end of the esophagus. Ann. otol. laryng. 1928, 37: 12.
152. Mosher, H. P.: The lower end of the oesophagus at birth and in the adult. J. laryng. otol. 1930, 45: 161.
153. Mullane, E. J. O': Vomiting and regurgitation during anaesthesia. Lancet 1954, 1: 1209.
154. Muller, C. J. B.: Hiatus hernia, diverticula and gall stones: Saints triad. S. Afr. med. j. 1948, 22: 376.
155. Nemir, P. and Hawthorne, H. R.: Physiologic basis for utilization of esophago-cardiomyotomy in the treatment of achalasia. J. thor. surg. 1954, 28: 247.
156. Nemours Auguste, S.: L'extrémité inférieure de l'oesophage normal. Presse méd. 1949, 57: 960.
157. Nemours Auguste, S.: Discussie na 121 . . . . J. radiol. électr. 1950, 31: 406.
158. Nemours Auguste, S.: La physiologie de l'oesophage. Arch. mal. app. dig. 1951, 40: 5 suppl.
159. Nemours Auguste, S.: Reflux gastro-oesophagien de posture — Brûlure oesophagienne — Hernie gastrique par l'hiatus oesophagien. Presse méd. 1953, 44: 927.

160. Neuhauser, E. B. D. and Berenberg, W.: Cardio-esophageal relaxation as a cause of vomiting in infants. Radiology 1947, 48: 480.
161. Neuman, H. W. and Ellis, F. H.: Experimental esophagogastrectomy: evaluation of associated gastric-drainage procedures. J. thor. surg. 1954, 28: 291.
162. Neumann, R.: „Hiatusinsuffizienzen" und sogenannte „Hiatushernien". Virchow's arch. 1933, 289: 270.
163. Nuboer, J. F.: Over hernia hiatus oesophagei. N. T. v. G. 1949, 93: 3384.
164. Olsen, A. M. and Harrington, S. W.: Esophageal hiatal hernias of the short esophagus type: etiologic and therapeutic considerations. J. thor. surg. 1948, 17: 189.
165. Olsen, A. M. e.a.: The treatment of cardiospasm: analysis of a twelve-year experience. J. thor. surg. 1951, 22: 164.
166. Oosterkamp, W. J.: Image intensifier tubes. „Metalix" bulletin 1954, 4: 6.
167. Openchowski, v.: Ueber Centren und Leitungsbahnen für die Musculatur des Magens. Arch. f. Anat. u. Physiol., Physiol. Abt. 1889, p. 349.
168. Palmer, E. D.: An attempt to localize the normal esophagogastric junction. Radiology 1953, 60: 825.
169. Palmer, E. D.: Hiatus hernia: the problem of diagnosis. J. thor. surg. 1954, 27: 271.
170. Palugyay, J.: Unterer Oesophagus und oberer Magenanteil im Röntgenbilde. Röntgenpraxis 1931, 3: 117.
171. Payne, W. W. and Poulton, E. P.: Visceral pain in the upper alimentary tract. Quart. J. Med. 1923/1924, 17: 53.
172. Peiper, A. und Isbert, H.: Bewegungen des Magendarmkanals im Säuglingsalter. Jahrb. Kinderh. 1928, 120: 48.
173. Pernkopf, E.: Die Entwicklung der Form des Magendarmkanals beim Menschen. Zschr. f. Anat. u. Entwick. Gesch. 1924, 73: 1.
174. Pernkopf, E.: Topographische Anatomie des Menschen. Berlin 1943, Urban und Schwarzenberg.
175. Peters, P. M.: Closure mechanisms at the cardia with special reference to the diaphragmatico-oesophageal elastic ligament. Thorax 1955, 10: 27.
176. Petterson, G.: Hiatal hernia, brachyoesophagus and incompetence of the cardia in children. Acta chir. Scand. 1952, 102: 321.
177. Pickard, C.: The oesophago-gastric junction under a variety of conditions examined by radiology. Thesis, Univ. of Leeds 1952.
178. Poensgen, E.: Die motorischen Verrichtungen des menschlichen Magens und ihre Störungen. Preisschr. Straszburg 1882.
179. Potts, W. J.: Congenital deformities of the esophagus. Surg. Clin. N. Am. 1951, p. 97.
180. Pratje, A.: Form und Lage der Speiseröhre des lebenden Menschen. Zschr. f. Anat. u. Entw. 1926, 81: 268.
181. Quigley, J. P.: Digestive tract: intralumen pressures with spec al reference to gastro-intestinal propulsion and gastric evacuation. Med. physics 1944, p. 310, Chicago, Otto Glasser ed.
182. Rall, J. E., Gilbert, N. C. and Trump, R.: Effect of vagus stimulation in the longitudinal fibres of the stomach and Aesophagus. Quart. bull. N.W. Univ. med. school 1945, 19: 194.
183. Redish, M. H. and Kertzner, B.: Peptic ulcer of the esophagus. Gastroenterology 1951, 18: 579.
184. Reich, L.: Ueber die Lokalisation der Kardia. Mitt. Grenzgeb. Med. u. Chir. 1927/1928, 40: 481.
185. Rennie, J. B., Land, F. T. and Scott Park, S. D.: The short oesophagus. Br. med. J. 1949, 2: 1443, 1517.
186. Resano, J. H.: Etude clinique et chirurgicale du brachy-oesophage. Sem. hop. Paris 1950, 26: 931.

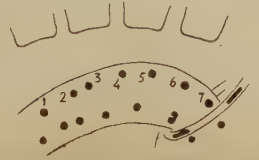
187. Ripley, H. R. e.a.: Experimental studies of peptic ulceration and stricture of the lower part of the esophagus. Surg. forum 1950, p. 60.
188. Ripley, H. R., Olssen, A. M. and Kirlin, J. W.: Esophagitis after esophagogastric anastomosis. Surg. 1952, 32: 1.
189. Robins, S. A. and Jankelson, I. R.: Cardio-esophageal relaxation. J.A.M.A. 1926, 87: 1961.
190. Roelfsema, E. J.: De achalasie van de cardia en haar behandeling. Diss. Leiden, 1937.
191. Rouget, M. C.: Le diaphragme chez les mammifères, les oiseaux et les reptiles. Gaz. méd. de Paris 1852, p. 16, 30, 44.
192. Santy, P. et Michand, P.: Dyskinésie oesophagienne. Arch. mal. app. dig. 1951, 40: 166.
193. Sarasin, R. et Hoch, A.: Les invaginations oesophago-gastriques. Arch. mal. app. dig. 1952, 41: 434.
194. Sauerbruch, F. und von Hacker, R.: Zur Frage des Cardiaverschlusses der Speiseröhre. D. med. Wschr. 1906, 32: 1263.
195. Sauerbruch, F., Chaoul, H. und Adam, A.: Anatomisch-klinischer und Röntgenologischer Beitrag zur „Hiatus hernie". D. med. Wschr. 1932, 58: 1391.
196. Sauvage, L. R. e.a.: The relation between the physiologic stimulatory mechanismus of gastric secretion and the incidence of peptic ulceration. S.G.O. 1953, 96: 127.
197. Schatzki, R.: Die Beweglichkeit von Oesophagus und Magen innerhalb des Zwerchfellschlitzes beim alten Menschen. Fortschr. Röntgenstr. 1932, 45: 177.
198. Schiff, M. M.: Leçons sur la physiologie de la digestion. Paris 1867, Tome II.
199. Schreiber, J.: Ueber den Schluckmechanismus. Berlin 1904, A. Hirschwald ed.
200. Schubert, W.: Zur Pathogenese der Speiseröhrenentzündung. Virchow's Arch. 1938, 303: 158.
201. Scott, R. B.: Esophageal ulcer in very young infants. Am. J. Dis. Child. 1954, 87: 49.
202. Sinnhuber: Beiträge zur Lehre vom musculären Cardiaverschluss. Zschr. f. klin. Med. 1903, 50: 102.
203. Smithers, D. W.: Short oesophagus (thoracic stomach) and its association with peptic ulceration and cancer. Br. j. radiol. 1945, 18: 199.
204. Stadtmüller, F. und Stenzel, K. G.: Beobachtungen über die sogenannte „normale Muskelbündungkreuzung" in der Pars lumbalis des Zwerchfelles. Anat. Anz. 1926, 62: 145.
205. Stensrud, N.: Hiatus hernias. Acta chir. Scand. 1954, 107: 57.
206. Stöhr Jr., Ph.: Beobachtungen am Muskel und Nervengewebe des menschlichen Oesophagus. Klin. Wschr. 1948, 26: 128.
207. Strauss, L. H.: Beitrag zur motorischen Innervation des Zwerchfelles beim Menschen und bei Tieren. Zschr. f. ges. exp. Med. 1933, 86: 244.
208. Suermondt, W. F.: Achalasia of the cardia. Arch. chir. Neerl. 1953, 5: 59.
209. Sweet, R. H.: The repair of hiatus hernia of the diaphragm by the supradiaphragmatic approach. N. Eng. J. Med. 1948, 238: 649.
210. Sweet, R. H., Robins, L. L., Gephart, T. and Wilkins, E. W.: The surgical treatment of peptic ulceration and stricture of the lower esophagus. Ann. Surg. 1954, 139: 258.
211. Swenson, P. C. and Manges, W. E.: Roentgenfindings in functional disturbances of the Gastro-Intestinal tract. Radiology 1948, 50: 365.
212. Swiney, B. A. M': The structure and the movements of the cardia. Quart. J. exp. phys. 1929, 19: 237.
213. Tamija, Ch., Oka, M. und Kawashima, S.: Experimentelle Studien über den Oesophagus. Jap. J. med. Sc. 1927, 8: 101.

214. Tan King Poo: vagotomie bij recidiverende maagklachten na maagoperatie wegens ulcus. Diss. Amsterdam 1949, Scheltema & Holkema ed.
215. Taylor, A. L.: The epithelial heterotopias of alimentary tract. J. Path. & Bact. 1927, 30: 415.
216. Templeton, F. E. and Moore, P. M.: Cardiospasm and the normal esophagus: a Roentgenologic study of muscular action. J.A.M.A. 1944, 124: 733.
217. Templeton, F. E.: Movements of the esophagus in the presence of cardiospasm and other esophageal diseases. Gastroenterology 1948, 10: 96.
218. Terracol, J.: Les maladies de l'oesophage. Paris 1951, Masson et Cie ed.
219. Testut, L.: Traité d'anatomie humaine. Paris 1931, Doin et Cie ed.
220. Teunissen, G. H. B. en Lennep, E. W. van: Thoraxchirurgie bij oesophagusafwijkingen en hernia diaphragmatica van het kleine huisdier. T. v. Diergeneesk. 1952, 77: 374.
221. Teves, M. C. en Tol, T.: Electronische versterking van Röntgenbeelden. Philips techn. Tijdschr. 1952, 14: 65.
222. Thomas, R. G., Rappoport, A. E. and Keogh, J. P.: Obstruction of the esophagus by diseased ectopic gastric mucosa. Dis. chest. 1954, 26: 92.
223. Tigerstedt, R.: Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Leipzig 1909, S. Hirzel ed.
224. Valdoni, P.: Traitement radical des sténoses oesophagiennes, la prévention de l'oesophagite peptique postopératoire. Presse méd. 1951, 59: 1216.
225. Veach, H. O.: Functional relations between the lower end of the esophagus and the stomach of the cat. Am. J. Phys. 1926, 76: 532.
226. Verheyen, Ph.: Anatomie oft ontleedkundige beschrijvinge van het menschen-lichaem. Brussel 1711, pag. 322.
227. Wandall, H. H.: Oesophagitis — oesophageal ulcer, aitiology and pathogenesis. Acta med. Scand. 1952, suppl. 266: 947.
228. Wangensteen, O. H.: A physiologic operation for mega-esophagus. Ann. surg. 1951, 134: 301.
229. Wangensteen, O. H.: Mega-esophagus (esophageal dystonia) and esophagitis. Tr. Am. Acad. ophth. otolaryng. 1953, 57: 586.
230. Watkins, D. H., Prevedel, A. and Harper, F. R.: A method of preventing peptic esophagitis following esophagogastrostomy. J. thor. surg. 1954, 28: 367.
231. Weitz, W. und Vollers, W.: Ueber peristaltische Bewegungen des Oesophagus. Zschr. f. d. ges. exp. Med. 1926, 48: 185.
232. Werbeloff, L. and Merskey, C.: Gastro-oesophageal regurgitation. S. Afr. med. J. 1953, 27: 739.
233. Wiggers, C. J.: Physiology in health and disease. London 1949, H. Kimpton ed.
234. Winkelstein, A., Wolf, B. S., Som, M. L. and Marshak, R. H.: Peptic esophagitis with duodenal or gastric ulcer. J.A.M.A. 1954, 154: 885.
235. Wolf, B. S., Som, M. and Marshak, R. H.: Short esophagus with esophagogastric or marginal ulceration. Radiology 1953, 61: 473.
236. Wright, S.: Applied physiology. London 1953, Oxford Univ. Press.
237. Wulff, H. B. and Malm, A.: Consideration and treatment of achalasia of the esophagus. Acta chir. Scand. 1952, 103: 445.
238. Zaayer, J. H.: Cardiospasme en andere slokdarmaandoeningen. Leiden 1918, S. C. van Doesburg ed.
239. Zaino, C.: Oil contrast study of the lower esophagus. Am. J. Roentg. 1952, 67: 942.

BIJLAGEN



Figuur 19



Figuur 19

In deze graphiek zijn weergegeven de lengteveranderingen van 6 achter elkaar gelegen segmentjes in het onderste deel van de slokdarm boven het diaphragma, tijdens passage van voedsel.

Het begin en het eind van elk segmentje wordt gemarkeerd door een kogeltje, zoals in de schets is aangeduid. Deze kogeltjes zijn genummerd. Men ziet de afstand tussen de kogeltjes 1 en 2 in curve 1 afgebeeld, tussen 2 en 3 in curve 2, enz.

De tijd is verticaal in seconden afgezet. Het voedsel wordt door de horizontale balkjes weergegeven. De metingen werden om de $^1/_4$ seconde uitgevoerd. Men vergelijke deze figuur met figuur 10.

Figuur 20

Lengteverandering van de slokdarmwand in het cardiagebied bij een hiatus hernia, tijdens passage van voedsel. De kogeltjes 1, 2, 4 en 5 zijn op de slokdarm bevestigd, het V-vormige stukje metaal (3) geeft de plaats aan van de incisura cardiaca.

Curve 5 stelt voor de verandering in lengte van het laatste slokdarmsegmentje voor de incisura cardiaca, dus tussen de merktekens 2 en 3.

Zoals men ziet zijn de hier aangetroffen bewegingen van het cardiagebied dezelfde als die welke plaats vinden in meer oraal gelegen segmenten van de slokdarm (fig. 10 en 19). Curve 6 geeft de ademhalingsbeweging weer. De betekenis van deze graphiek is besproken op pag. 70.

Figuur 21

Passage van 2 stukken voedsel kort na elkaar.

De curven zijn op dezelfde wijze samengesteld als die van figuur 10, 19 en 20. In graphiek 1 ziet men de afstand tussen de kogeltjes 1 en 2 afgebeeld, alsmede hun afstand tot de hiatus oesophageus. Curve 2 geeft alleen de afstand weer tussen deze beide kogeltjes. Het voedsel wordt aangeduid met de horizontale balkjes.

Tijdens passage van de tweede bolus gedraagt de slokdarm zich alsof de eerste er niet was geweest. Men kan hieruit concluderen (zie pag. 72) dat de wand van een bepaald segment iets verslapt vlak vóór de aankomst van het voedsel in dat segment.